

RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en | **2018** |



L'Autorité de sûreté nucléaire présente
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2018.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat
et de l'Assemblée nationale, et transmis
à l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
en application de l'article précité.



Autorité de sûreté nucléaire

MISSIONS – FONCTIONNEMENT – CHIFFRES CLÉS

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de sociétés éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.

Missions

Réglementer

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel ou en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux de sûreté.

Autoriser

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle peut accorder toutes les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

Contrôler

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations ou activités entrant dans son champ de compétences. Depuis la [loi du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte, les missions de l'ASN s'étendent au contrôle de la sécurité des sources radioactives contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Plus de 1800 inspections sont ainsi réalisées chaque année dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mises en demeure, amendes administratives, astreintes journalières, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations...). Les sanctions de l'ASN seront mises en œuvre par une commission des sanctions en son sein afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

Informer

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias...) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires en faveur de la transparence. Le site Internet [asn.fr](#) est le mode privilégié d'information de l'ASN.

En cas de situation d'urgence

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

Un contrôle d'activités et d'installations diversifiées

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, convois de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles... L'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très variées.

Ce contrôle porte sur :

- 58 réacteurs nucléaires produisant près de 80 % de l'électricité consommée en France ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- l'ensemble des installations françaises du cycle du combustible, de l'enrichissement du combustible à son retraitement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche (le « nucléaire de proximité ») ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

Le recours à des experts

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

Fonctionnement

Le collège

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président.

Bernard DOROSZCZUK Président	Philippe CHAUMET-RIFFAUD Commissaire	Sylvie CADET-MERCIER Commissaire	Lydie ÉVRARD Commissaire	Jean-Luc LACHAUME Commissaire
le 13 novembre 2018 pour 6 ans	le 10 décembre 2014 pour 6 ans	le 21 décembre 2016 pour 6 ans	le 10 mars 2017 pour 6 ans	le 21 décembre 2018 pour 6 ans
DÉSIGNÉS PAR le Président de la République			DÉSIGNÉE PAR le Président du Sénat	DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

Impartialité

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

Indépendance

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constatés par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Les services

Les services de l'ASN sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- de services centraux, organisés par thématiques, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions support). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires ;

Compétences

Le collège prend des décisions et rend des avis publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN. Le collège définit la politique de relations extérieures de l'ASN au plan national et au plan international. Le collège définit la politique de contrôle de l'ASN. Le président désigne les différentes catégories d'inspecteurs de l'ASN. Le collège décide de l'ouverture des enquêtes après incident ou accident.

Il présente, chaque année, au Parlement le [Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

Son président rend compte des activités de l'ASN aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

- de onze divisions territoriales, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent la surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

Chiffres clés en 2018

Personnel



516

agents



318

dont

inspecteurs



84%
de cadres

Actions de l'ASN



1 813

inspections
représentant 4 178 jours
d'inspections



21 602

lettres de suite d'inspection
disponibles sur asn.fr
au 31 décembre 2018



20 réunions
de groupes
permanents
d'experts



327

avis techniques
de l'IRSN
rendus à l'ASN



2 606

autorisations individuelles
d'installations ou d'activités

Budget



84,45 M€

de budget global
pour l'ASN

84,3 M€

de budget de l'IRSN
consacrés à l'expertise
pour l'ASN

Information



Près de **850** réponses
aux sollicitations du public
et des parties prenantes



17

conférences
de presse



63

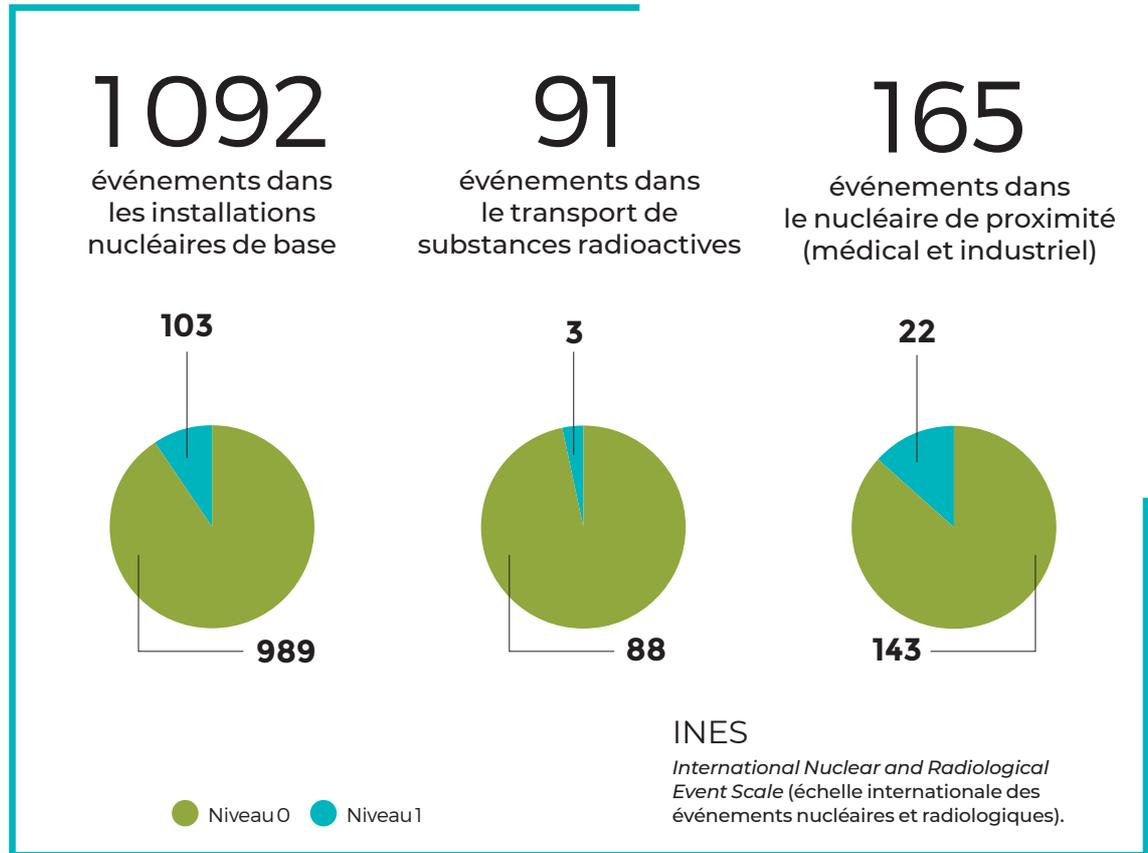
notes
d'information



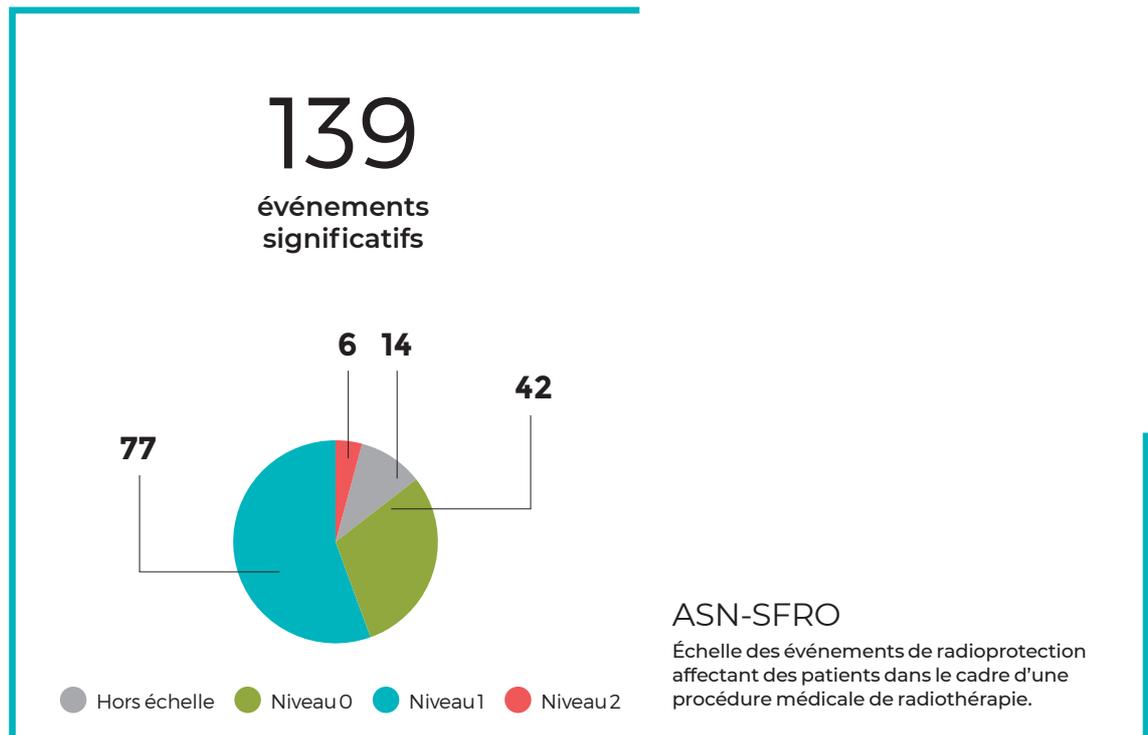
9

exercices
de crise

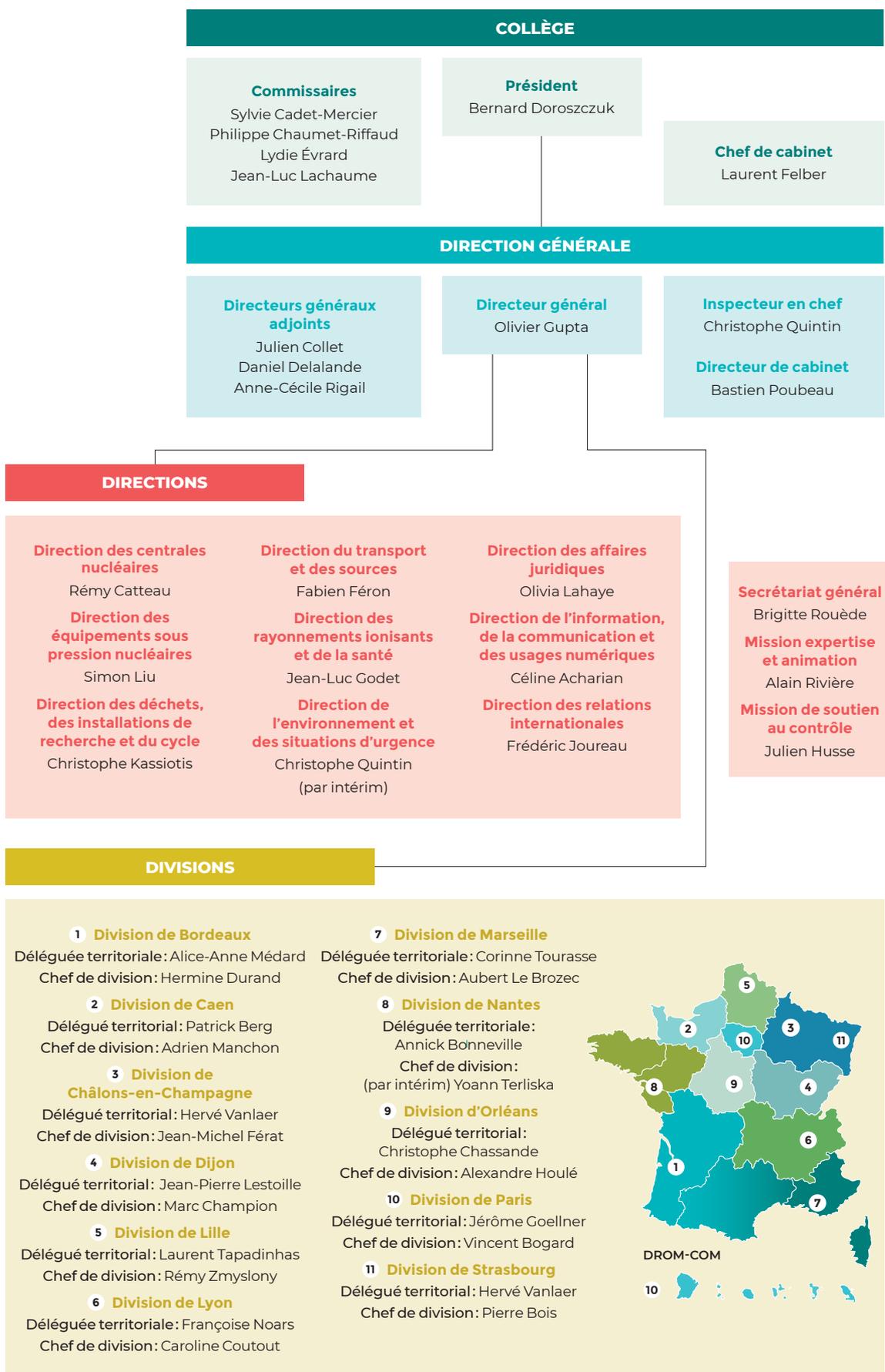
Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES



Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle ASN-SFRO



Organigramme de l'ASN au 1^{er} mars 2019



Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des seules INB.

Compétence
Indépendance
Rigueur
Transparence



Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux



SOMMAIRE

Éditorial du collège	2	Faits marquants 2018	14
Éditorial du directeur général	6	Actualités réglementaires	22
Les appréciations de l'ASN par exploitant et par domaine d'activité	8	Le panorama régional de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	26
01	Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement		88
02	Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle		106
03	Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants		130
04	Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles		156
05	L'information des publics		170
06	Les relations internationales		182
07	Les utilisations médicales des rayonnements ionisants		200
08	Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources		230
09	Le transport de substances radioactives		256
10	Les centrales nucléaires d'EDF		274
11	Les installations du cycle du combustible nucléaire		316
12	Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses		326
13	Le démantèlement des installations nucléaires de base		334
14	Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués		352
Annexe	Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2018		374



AVIS AU LECTEUR

CHANGEMENTS PAR RAPPORT À L'ÉDITION 2017

- Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.
- Seules les actualités réglementaires de l'année 2018 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur asn.fr, rubrique « Réglementer ».

Anticipation, Maintien des marges de sûreté, Mobilisation de la filière nucléaire autour des compétences: **Trois défis pour la sûreté nucléaire et la radioprotection en France**

Montrouge, le 21 mars 2019

La sûreté nucléaire et la radioprotection se sont globalement maintenues à un niveau satisfaisant en 2018. Le dialogue technique avec les exploitants et les responsables d'activité a permis un approfondissement suffisant des dossiers traités au regard des enjeux de sûreté et de radioprotection.

Dans le domaine nucléaire

La démarche d'analyse de la cohérence du cycle du combustible a fait l'objet d'une forte mobilisation de la part des exploitants et a permis d'aboutir à une vision globale, actualisée et anticipatrice des enjeux de sûreté et des besoins en capacité d'entreposage des combustibles usés.

La revue par EDF et Framatome de l'ensemble des dossiers des pièces forgées fabriquées au Creusot a été réalisée dans les délais prévus.

Les exploitants sont conscients que la maîtrise du vieillissement des installations et des opérations de maintenance, ainsi que la conformité des installations à leur référentiel de sûreté, restent à améliorer.

Chez l'ensemble des exploitants, la reprise et le conditionnement des déchets anciens, ainsi que les opérations de démantèlement, rencontrent encore des difficultés qui conduisent soit à des retards, soit à des changements de stratégie au bout de plusieurs années d'étude. Dans ces domaines, une vigilance particulière doit être portée aux facteurs clés que sont la gestion de projet et les moyens attribués à la réalisation des opérations.

Enfin, un nombre trop important d'écarts sont encore constatés dans les travaux de grande ampleur lors des arrêts de réacteurs et dans les opérations de construction des équipements neufs.

Dans le domaine médical

L'ASN considère que l'état de la radioprotection est resté stable en 2018, avec une prise en compte de la radioprotection par les professionnels globalement satisfaisante, à l'exception des pratiques interventionnelles radioguidées.

Le nombre d'événements significatifs en radioprotection (ESR) déclarés à l'ASN en 2018 a globalement augmenté, mais ceux-ci, en très grande majorité de niveau 0 ou 1 sur l'échelle ASN-SFRO, sont sans conséquence clinique attendue.

La persistance en 2018 d'événements en radiothérapie classés au niveau 2, récurrents dans leur nature (erreur de dose ou erreur de latéralité par exemple), exige une analyse approfondie de leurs causes et un renforcement des actions de prévention.



De gauche à droite : Jean-Luc LACHAUME – Commissaire ; Lydie ÉVRARD – Commissaire ; Bernard DOROSZCZUK – Président ; Philippe CHAUMET-RIFFAUD – Commissaire ; Sylvie CADET-MERCIER – Commissaire

Pour le moyen et long terme, l'ASN porte trois messages :

- Le nucléaire est le domaine du temps long. Ce qui ne sera pas engagé ou démontré à court terme ne sera pas opérationnel dans les 10 ans à venir. C'est la mission de l'ASN d'inciter les acteurs à anticiper lorsque la sûreté ou la radioprotection sont en jeu. Elle le fait dans le cadre de la cohérence du cycle du combustible et de la gestion des matières et déchets radioactifs. À l'avenir, elle le fera pour la mise en œuvre de la future programmation pluriannuelle de l'énergie, mais également dans le secteur médical lorsque des innovations technologiques ou radiopharmaceutiques requièrent préalablement la prise en compte d'enjeux spécifiques de radioprotection.
- Face aux aléas, face au vieillissement des installations ou à la découverte possible d'un défaut non identifié jusqu'alors, les exploitants doivent veiller à garder des marges suffisantes pour la sûreté et ne pas chercher à les réduire dans une logique d'optimisation ou de justification du maintien en l'état. L'ASN se doit de rester vigilante sur ce point.
- La filière nucléaire doit se mobiliser pour le maintien et le développement des compétences industrielles clés indispensables à la qualité des réalisations et à la sûreté des installations. Des difficultés, lors de la réalisation d'opérations industrielles classiques (soudures, travaux électromécaniques, génie civil ou encore contrôles non destructifs), ont été rencontrées durant la construction de nouvelles installations et de travaux sur des installations en fonctionnement. Ces difficultés ont fait naître un doute sur les capacités de la filière à réaliser, avec le niveau de qualité attendu, les travaux d'ampleur liés à la poursuite de fonctionnement des installations existantes, au démantèlement ou à la construction de nouveaux réacteurs. Un besoin de ressaisissement collectif et stratégique de la filière autour de la formation professionnelle et des compétences industrielles d'exécution est nécessaire pour atteindre le niveau de qualité et de sûreté attendu du secteur nucléaire. Ce processus, engagé notamment avec la constitution du Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN), doit s'accélérer.

Le cycle du combustible nucléaire : des avancées significatives en 2018

L'ASN examine périodiquement la cohérence globale des choix industriels faits par EDF, Orano Cycle, Framatome et l'Andra pour assurer la maîtrise du cycle du combustible au regard des enjeux de sûreté et de radioprotection.

Dans ce cadre, le besoin de nouvelles capacités d'entreposage des combustibles usés avait été identifié. EDF a transmis le dossier d'options de sûreté d'un projet de piscine d'entreposage centralisé. L'instruction, menée en 2018, conduira à un avis de l'ASN en 2019.

L'ASN a rendu en 2018 son avis sur le dossier relatif à la cohérence du cycle pour la période 2016-2030. Elle estime que ce dossier présente de manière satisfaisante les conséquences

de différents scénarios d'évolution du cycle du combustible nucléaire sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie. L'ASN souligne le risque de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés en l'absence d'autre nouvelle installation, et le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible.

À cet égard, l'ASN a demandé aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la programmation pluriannuelle de l'énergie sur le cycle du combustible nucléaire à l'occasion de chacune de ses révisions.

Prévention, détection et traitement des fraudes : des progrès enregistrés en 2018

La revue par EDF et Framatome des dossiers de fabrication de l'ensemble des équipements forgés à l'usine du Creusot a été achevée en 2018. L'analyse par l'ASN de cette revue menée pour chaque réacteur n'a pas mis en évidence de nouvel écart préjudiciable à leur sûreté et donc nécessitant des actions correctives préalables à l'autorisation de leur redémarrage. Certains contrôles ou essais complémentaires restent toutefois à réaliser. L'examen par EDF et Framatome des dossiers de fabrication des pièces moulées se poursuit.

En 2018, l'ASN a défini et déployé un plan d'action visant à prévenir, détecter et traiter au mieux les cas suspectés de fraudes. A sa demande, les industriels ont renforcé leurs actions dans ce domaine. L'ASN a inclus, dans son propre dispositif de contrôle, un volet relatif à la recherche de fraudes à l'occasion des inspections. Elle a également mis à disposition des lanceurs d'alerte un nouveau service sur son site Internet afin de recueillir et traiter les signalements de fraudes ou de falsifications.

Poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe : une forte mobilisation à maintenir

L'ASN a poursuivi en 2018, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe afin de définir les conditions de la poursuite de leur fonctionnement. L'ASN prendra position sur la partie générique du réexamen de ces réacteurs fin 2020. Le réexamen sera ensuite réalisé réacteur par réacteur : il débutera par Tricastin 1 et s'échelonnera jusqu'en 2030.

Les inspections réalisées et les écarts détectés montrent que la conformité des installations à leur référentiel de sûreté doit être renforcée : la maîtrise de cette conformité constituera donc un axe majeur de contrôle de l'ASN en 2019, notamment lors des vérifications de conformité des réacteurs.

Réexamens périodiques pour les installations autres que les réacteurs de puissance : une approche proportionnée aux enjeux

Les exploitants ont procédé depuis 2017 au réexamen périodique de plusieurs dizaines d'installations (recherche, cycle, démantèlement, déchets, radiopharmaceutiques, irradiateurs). L'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux. Certaines installations méritant une attention particulière, du fait des risques liés à l'activité et à la nature des substances radioactives qu'elles contiennent, ainsi que de leur conception selon des standards de sûreté anciens, feront l'objet d'une instruction approfondie.

EPR de Flamanville : un travail significatif qui reste à réaliser par EDF

Le réacteur EPR de Flamanville présente, de par sa conception, un niveau de sûreté amélioré au regard des réacteurs actuellement en exploitation.

L'ASN souligne qu'EDF a encore un travail significatif à réaliser avant le chargement du combustible dans le réacteur pour justifier la conformité de l'installation à son référentiel de sûreté.

En effet, la construction et la fabrication de ses équipements connaissent de nombreuses difficultés, essentiellement dues à une perte d'expérience dans la réalisation de grands chantiers. Ces difficultés témoignent aussi d'une défaillance de la surveillance exercée par l'exploitant sur certaines activités du chantier. La démarche proposée par ce dernier pour traiter les anomalies détectées dans les soudures des tuyauteries principales des circuits de vapeur est en cours d'instruction. L'ASN rendra son avis sur l'acceptabilité de cette démarche en 2019.

L'ASN sera particulièrement vigilante à la bonne exécution des essais préalables au démarrage et au traitement des écarts éventuels. En outre, les résultats des essais réalisés sur les EPR à l'étranger et les échanges entre autorités de sûreté permettront à l'ASN d'identifier les thématiques nécessitant une attention et un contrôle renforcés.

Déchets : un enjeu qui implique de nombreux acteurs

Le projet Cigéo de stockage de déchets de haute et moyenne activité à vie longue en couche géologique profonde a franchi une étape importante en 2018, avec l'avis de l'ASN rendu sur le dossier d'options de sûreté. Le projet a atteint dans son ensemble une maturité technique satisfaisante. Certains sujets nécessitent toutefois des compléments en vue de la demande d'autorisation de création. L'ASN a, en particulier, formulé des demandes complémentaires sur les colis de déchets bitumés, et une revue par des experts pluridisciplinaires est en cours sur ces aspects. L'Andra prévoit de déposer en 2020 la demande d'autorisation de création de ce centre de stockage, qui tiendra compte de l'avis rendu par l'ASN sur le dossier d'options de sûreté.

En lien avec les services du ministère chargé de l'énergie, l'ASN s'est fortement impliquée dans l'élaboration du dossier de maître d'ouvrage et la préparation du débat public sur le prochain Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, organisé par la Commission nationale du débat public. Ce dossier s'attache à apporter un éclairage sur les principales questions soumises au débat, notamment sur la gestion des matières, les besoins d'entreposage des combustibles usés, la gestion des déchets de très faible activité et celle des déchets de plus haute activité, ainsi que sur les modalités pratiques de la phase industrielle du projet Cigéo.

L'ASN a également mené en 2018 l'instruction de la stratégie de démantèlement, de gestion des déchets et des matières du CEA. Réalisée en lien avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense, elle a porté pour la première fois sur l'ensemble des installations civiles et celles intéressant la défense. Elle a notamment examiné la priorisation des opérations selon leurs enjeux de sûreté et de radioprotection, afin que le CEA gère de façon plus efficace ces projets de grande ampleur, dans un contexte budgétaire contraint. L'ASN rendra son avis sur cette stratégie en 2019.

Médical : des points de vigilance qui persistent et une anticipation nécessaire

Mieux analyser et prévenir les événements significatifs de radioprotection

L'augmentation globale du nombre d'ESR déclarés témoigne d'une meilleure transparence, en particulier en médecine nucléaire et en radiologie (conventionnelle et scannographie). En revanche, pour la radiothérapie, la baisse du nombre d'ESR déclarés, constatée depuis 2015, s'est poursuivie en 2018. Il conviendra d'identifier les causes de cette diminution.

L'ASN a constaté, en 2018, la persistance d'un nombre encore élevé de déclarations d'ESR sérieux. Pour prévenir de tels événements, l'ASN souhaite, avec l'appui d'un groupe pluridisciplinaire d'experts et dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, publier de manière plus large des recommandations et des documents synthétiques destinés aux responsables d'activités. Sous la coordination de l'ASN et dans la continuité des travaux effectués sur le retour d'expérience en radiothérapie, ce groupe d'experts exploitera en 2019, dans les domaines de l'imagerie et de la médecine nucléaire, le retour d'expérience national des déclarations des ESR les plus graves ou les plus fréquents, de manière réactive et opérationnelle.

Parallèlement, une réflexion sera menée, avec les sociétés savantes, sur les échelles actuellement utilisées pour le classement des ESR et les évolutions souhaitables.

Poursuivre l'approche graduée du contrôle

L'ASN poursuivra en 2019 le déploiement d'outils pour une approche graduée du contrôle de la radioprotection. Les actions engagées, dès fin 2017, seront complétées par des décisions relatives au nouveau régime d'enregistrement, qui pourraient notamment concerner les pratiques interventionnelles radioguidées et les scanners.

Anticiper les évolutions technologiques

Un comité d'analyse des nouvelles pratiques ou technologies médicales utilisant les rayonnements ionisants sera opérationnel en 2019 afin de veiller à ce que leur déploiement se fasse dans les meilleures conditions de radioprotection pour les malades, le personnel et l'environnement. Ce comité pourra notamment recommander la collecte prospective de données et des mesures d'accompagnement pour les professionnels.

Sécurité des sources : une mise en place du contrôle qui se poursuit

En 2018, l'ASN a contribué à la préparation de l'arrêté « sécurité des sources », dont le pilotage est assuré par le ministère chargé de l'énergie, et a fait évoluer son organisation interne pour assurer la gestion des informations sensibles. Les actions pour la mise en place du contrôle de la sécurité des sources se poursuivront en 2019.

Gestion d'un accident nucléaire : des actions d'amélioration à poursuivre

Le dispositif de gestion d'une crise nucléaire en France est robuste. Toutefois, il est souhaitable que les exercices de crise soient réalisés dans des conditions de mobilisation

plus représentatives des organisations et associent davantage les populations riveraines des installations nucléaires.

L'ASN travaille avec l'ensemble des acteurs à faire évoluer la doctrine post-accidentelle, afin qu'elle soit plus simple et plus opérationnelle. La distribution de comprimés d'iode stable autour des centrales nucléaires dans un rayon étendu de 10 à 20 km et la réalisation d'un exercice majeur contribueront également à l'amélioration du dispositif de gestion d'un accident nucléaire.

International : de nouvelles étapes dans le partage de bonnes pratiques

La première revue thématique (*Topical Peer Review*) prévue par la directive européenne pour la sûreté nucléaire a porté sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires. Cette revue, menée sous l'égide de l'ENSREG (Groupe européen des autorités de sûreté nucléaire), a permis d'établir un état des lieux comparatif des pratiques et a conduit à des préconisations en matière de maîtrise du vieillissement. Elle a montré que les pays européens disposaient d'une démarche satisfaisante pour les réacteurs de puissance et que celle-ci devrait être étendue aux réacteurs de recherche. Chaque pays élaborera en 2019 un plan d'action national pour intégrer les conclusions de cette revue.

La France a accueilli une mission Artémis, revue par les pairs, prévue par la directive européenne sur la gestion des déchets radioactifs, menée sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) pour examiner l'organisation mise en place pour la gestion des matières et des déchets radioactifs. La revue a souligné que le dispositif français couvrait l'ensemble des enjeux et présentait de nombreux points forts, notamment en matière de compétences et de dynamique de progrès continu. Des axes d'amélioration ont été identifiés, par exemple la réalisation effective des démantèlements dans des délais aussi courts que possible et l'optimisation de la gestion des déchets de très faible activité. Ces conclusions ont fait l'objet d'un rapport rendu public.

L'ASN a poursuivi son implication dans le partage des bonnes pratiques dans le domaine de la radioprotection. Elle a, par exemple, proposé en application du principe de justification, de remplacer l'emploi de sources scellées de haute activité par une technologie alternative.

Ressources financières de l'ASN : un dispositif à rendre plus robuste

Les ressources dédiées au contrôle de la sûreté et de la radioprotection restent un sujet sensible. Dans son relevé d'observations définitives émis fin 2018 à la suite du contrôle de l'ASN, la Cour des comptes a notamment souligné que la contribution de plusieurs programmes budgétaires rend peu lisible le coût global du contrôle externe de la sûreté nucléaire civile en France. Par ailleurs, compte tenu des enjeux majeurs du contrôle de la sûreté nucléaire, la Cour a recommandé que soient instituées des modalités de financement plus adaptées aux missions et au mode de fonctionnement de l'ASN, qui confortent son indépendance et l'exonèrent des mécanismes de régulation budgétaire. L'ASN continuera à porter ce sujet à l'avenir.

Rendre compte : un devoir et une exigence

Montrouge, le 21 mars 2019

A l'instar de l'arrivée, en fin d'année 2018, de deux nouveaux membres du Collège, dont le président, ce sont plus de 10% du personnel de l'ASN qui a été renouvelé au cours de cette période. En outre, plusieurs groupes consultatifs placés auprès de l'ASN, dont le mandat arrivait à échéance en 2018, ont vu leur composition évoluer avec l'intégration de nouveaux membres: le comité scientifique et cinq des groupes permanents d'experts. Un sixième groupe permanent d'experts pour les activités liées au démantèlement a par ailleurs été institué compte tenu de l'importance croissante de ces questions.

Cet important renouvellement n'a pas fait obstacle à la bonne exécution des missions de l'ASN, ni à la continuité de sa politique de contrôle et de ses prises de position. Cela s'explique notamment par le caractère collectif du fonctionnement de l'ASN. Ainsi, la revue des dossiers potentiellement falsifiés de l'usine du Creusot (près de deux millions de pages) a été menée à terme dans les délais prévus. Dans le domaine du nucléaire de proximité, la transposition des directives dites «normes de base» en radioprotection, important travail réglementaire, a pu aboutir à la publication d'une décision fixant la liste des activités soumises à déclaration.

Tout le travail de l'ASN a été accompli sous le regard d'autorités de contrôle, de pairs, de parlementaires et de citoyens. L'ASN a été entendue une quinzaine de fois par le Parlement en 2018. Elle a été contrôlée par la Cour des Comptes, qui l'a qualifiée «d'institution indépendante de référence sur les enjeux de sûreté nucléaire». Elle a accueilli des pairs étrangers sur la gestion des matières et des déchets radioactifs, dans le cadre de la mission Artémis, et a à nouveau rendu compte de ses actions sur ce sujet lors de la réunion d'examen de la convention commune à l'AIEA. Elle s'est également impliquée dans les échanges avec les citoyens sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe, dans le cadre de la concertation sur le quatrième réexamen de ces réacteurs.



Olivier GUPTA – Directeur général

Déployant les principes d'action définis dans son plan stratégique pluriannuel, l'ASN a notamment avancé sur deux volets: le contrôle de terrain et le rayonnement international.

Renforcer l'efficacité de l'action de l'ASN sur le terrain

Aujourd'hui, c'est sur le terrain que se concentrent les points de vigilance dans tous les domaines, et par conséquent l'action de contrôle de l'ASN. En 2018, les inspecteurs de l'ASN ont mené plus de 1 800 inspections. Ce chiffre recouvre des modalités diverses: qu'il s'agisse d'une inspection réalisée sur une journée, par un inspecteur sur un thème précis, ou d'une inspection dite de «revue» mobilisant une dizaine d'inspecteurs pendant une semaine qui analysent les différents aspects de la maîtrise des risques sur un site, telle l'inspection qui s'est déroulée à la centrale nucléaire de Gravelines en mai 2018.

Plusieurs évolutions sont intervenues en 2018 en matière de contrôle de terrain.

En premier lieu, l'ASN a renforcé le ciblage des inspections sur les installations et activités présentant les enjeux les plus forts, conformément au principe d'approche graduée défini dans son plan stratégique pluriannuel.

Ainsi dans le domaine médical, les inspections sur les pratiques interventionnelles radioguidées, où les risques sont plus importants, ont été plus nombreuses et *a contrario*, le nombre d'inspections en scanographie a fortement diminué.

Le ciblage continuera d'être optimisé dans les années à venir, en tirant notamment parti de projets innovants engagés en 2018, tel le « data mining » sur les 21 000 lettres de suites d'inspection qui permettra d'utiliser le recoupement d'informations pour améliorer la pertinence des contrôles.

Ensuite, les modalités d'inspection ont elles-mêmes évolué. Les inspections sont plus modulaires dans le nucléaire de proximité. Elles sont désormais en partie définies en fonction des spécificités de l'installation ou de ce que l'inspecteur découvre sur le terrain. Dans les installations nucléaires de base, un nouveau dispositif de contrôle des arrêts de réacteurs a été mis au point: il prévoit de remplacer une partie des examens de documents à distance par des contrôles sur site. Il sera expérimenté à partir de 2019.

Enfin, 2018 a vu la mise en place du nouveau dispositif de lutte contre les fraudes et falsifications. Outre la création d'un portail destiné aux lanceurs d'alerte, les premières inspections « anti-fraude » ont permis de tester une méthodologie d'investigation qui va être systématisée. L'année 2019 verra l'intégration à l'ASN de spécialistes du sujet.

Conforter l'approche française et européenne par l'action internationale

L'ASN a également poursuivi en 2018 son investissement de longue date dans l'action internationale. Elle a en particulier joué un rôle moteur dans le développement, en une vingtaine d'années, d'une Europe de la sûreté nucléaire à la fois sous l'angle technique et sous l'angle institutionnel.

Le travail de nature technique a été porté par l'association des chefs d'Autorités de sûreté européennes WENRA. À l'aube de ses 20 ans, WENRA s'est dotée d'une nouvelle stratégie à laquelle l'ASN a fortement contribué, et qui vise à consolider le travail en réseau entre les Autorités de sûreté des différents pays européens, en développant des référentiels comparables (aussi bien au niveau des exigences techniques que des méthodes de contrôle), et en s'appuyant sur des organismes techniques (tels que l'IRSN) fonctionnant eux aussi en réseau à l'échelle européenne. En complément, afin de renforcer l'harmonisation des décisions prises par chacune des autorités au niveau national, un système de consultation sera développé, permettant de sonder

informellement les autorités homologues avant une prise de position sur un sujet complexe.

Quel que soit le développement futur de l'énergie nucléaire en Europe, l'ASN et ses homologues européennes doivent continuer à promouvoir leurs exigences élevées en matière de sûreté à l'échelle mondiale. À cette fin, WENRA s'est ouvert aux grands pays nucléaires hors d'Europe, notamment les pays porteurs de nouveaux « designs », et va maintenant leur permettre d'acquérir un statut de membre associé. Un des enjeux concrets pour l'ASN consistera à promouvoir les exigences de sûreté liées au quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe (notamment dans les pays dotés de réacteurs conçus par Framatome).

Perspectives

La feuille de route de 2019 s'annonce, elle aussi, chargée avec des instructions à forts enjeux, en particulier sur :

- les soudures des circuits secondaires principaux de l'EPR;
- la poursuite de la préparation de l'avis de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe;
- les avis sur les stratégies de démantèlement et de gestion des déchets du CEA et d'Orano;
- les avis sur les options de sûreté de la piscine d'entreposage centralisée de combustible usé et sur le projet d'EPR de nouvelle génération;
- la contribution au débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs.

Enfin, l'ASN poursuivra le travail de mise à jour de la réglementation relative au nucléaire de proximité.

L'engagement des équipes de l'ASN est fort et constant. Cet investissement permet d'envisager sereinement la conduite du programme d'action 2019. Ce travail sera également rendu possible par l'implication des partenaires de l'ASN, membres des groupes permanents d'experts, du comité scientifique ou des différents groupes de travail transversaux, qui contribuent activement aux missions de l'ASN; qu'ils en soient ici remerciés.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN

PAR EXPLOITANT ET

PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire et les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, les actions de coercition, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR EXPLOITANT

EDF

Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'ASN considère que la sûreté des centrales nucléaires d'EDF s'est maintenue à un niveau satisfaisant en 2018. Certains sujets nécessitent toutefois des améliorations de la part d'EDF. C'est en particulier le cas de la maîtrise de la conformité des installations à leur référentiel de sûreté, qui doit être renforcée.

Le nombre d'événements significatifs a été globalement stable en 2018 par rapport à 2017. Aucun événement significatif n'a dépassé le niveau 1 de l'échelle INES. Les démarches de vérification entreprises par EDF mettent régulièrement en évidence des défauts qui affectent plusieurs centrales nucléaires. Ces défauts sont pour la plupart des écarts liés à la conception des matériels, à leur montage ou à leur maintenance, et conduisent à remettre en cause leur capacité à remplir leur fonction dans toutes les situations prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire.

La conformité des installations

À l'instar des années précédentes, l'ASN considère que l'état réel de conformité des installations doit être sensiblement amélioré. C'est en particulier le cas de la résistance au séisme des matériels. EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie progressivement depuis plusieurs années et qui permettent de détecter régulièrement des matériels à renforcer. La maîtrise de la conformité des installations en fonctionnement constituera un axe de contrôle majeur de l'ASN en 2019, notamment lors de la quatrième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin.

EDF a engagé en 2018 une révision de son référentiel interne afin d'améliorer le traitement des écarts et assurer une information réactive de l'ASN : ceci constitue une première avancée. Par ailleurs, l'ASN a constaté en 2018 qu'EDF a davantage privilégié, par rapport aux années précédentes, la remise en conformité rapide de son installation après la détection d'un écart.

Afin de lutter contre les risques de fraudes, EDF a adapté ses pratiques de contrôle, notamment en ayant un recours accru aux contrôles inopinés ou contradictoires. EDF a par ailleurs achevé en 2018 la revue des dossiers de fabrication des composants forgés à l'usine de Creusot Forge. L'examen par l'ASN des écarts identifiés dans le cadre de cette revue n'a pas mis en évidence en 2018 de nouvel écart nécessitant la réparation ou le remplacement immédiat d'un équipement, mais a néanmoins conduit à formuler des demandes de justifications complémentaires dans l'objectif de conforter les démonstrations apportées par EDF. L'instruction de ces justifications complémentaires se poursuivra en 2019.

La maintenance

EDF a mis en place des plans d'action pour réduire l'occurrence des défauts de qualité de maintenance : ceux-ci persistent cependant à un niveau encore trop élevé. Plusieurs d'entre eux auraient pu être évités par une meilleure prise en compte du retour d'expérience des autres réacteurs d'EDF, y compris sur un même site.

L'ASN constate toutefois que la plupart des sites ont réussi à s'organiser pour mener à bien des opérations de maintenance conséquentes, par exemple la préparation et la réalisation des visites décennales qui mobilisent fortement leurs ressources, notamment les plus expérimentées, en raison des phases de maintenance particulièrement intenses.

Par ailleurs, l'ASN considère que des actions volontaristes doivent être engagées par EDF pour renforcer ses programmes de maintenance de certains équipements. L'ASN constate en particulier des niveaux d'encrassement très importants sur certaines structures internes des générateurs de vapeur de plusieurs réacteurs, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement. Ces niveaux d'encrassement résultent d'une maintenance insuffisante pour assurer un état de propreté satisfaisant. L'ASN considère que le suivi en service des autres équipements du circuit primaire principal est approprié. Il a permis en particulier de détecter en 2017 une fissure sur la traversée de fond de cuve du

réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom, dont l'absence d'évolution a été constatée en 2018.

Dans la perspective de la poursuite du fonctionnement des réacteurs, du programme « grand carénage » et du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN considère important qu'EDF poursuive ses efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et pour améliorer ses programmes de maintenance.

L'ASN observe également des déficiences dans la traçabilité et la fiabilisation des interventions. Plusieurs anomalies sont notamment la conséquence de l'application erronée d'une procédure de maintenance, voire du caractère inadapté de cette dernière. Les intervenants doivent encore faire face à des contraintes liées à l'organisation du travail dont ils ne sont pas responsables, telles que la préparation insuffisante de certaines activités, des modifications imprévues de calendrier ou des problèmes de coordination des chantiers. Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs conduisent souvent à des actions correctives limitées à des actions de sensibilisation ponctuelles des agents, services ou entreprises identifiés comme responsables de l'écart. L'analyse des causes profondes devrait être approfondie afin d'identifier les fragilités organisationnelles.

L'ASN relève régulièrement la difficulté d'EDF à assurer une surveillance adaptée et proportionnée des activités sous-traitées, que celles-ci soient réalisées dans le périmètre de la centrale nucléaire ou chez les fournisseurs de biens et de services. L'ASN constate toutefois une mobilisation accrue des acteurs de la surveillance des intervenants extérieurs dans les centrales nucléaires. Elle considère qu'EDF doit encore renforcer le rôle de ces acteurs, leur implication et leur compétence pour leur permettre de détecter, au plus tôt, tout geste technique inapproprié.

L'exploitation

L'année 2018 a été marquée par des difficultés rencontrées par EDF lors des redémarrages après les arrêts de réacteur. La planification, la réalisation et l'analyse des résultats des essais périodiques constituent des domaines dans lesquels la quasi-totalité des sites doit progresser. En particulier, les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs reprises des conclusions erronées en matière de disponibilité des matériels à l'issue de la réalisation d'essais périodiques. EDF a engagé des actions d'amélioration, dont les effets ne sont toutefois pas encore mesurables.

La maîtrise de certaines activités sensibles, telles que les modifications momentanées des configurations des circuits pour procéder aux essais périodiques, semble en voie de progrès sur certains sites. Ces progrès, qui sont à replacer dans le cadre des plans d'action engagés par EDF depuis plusieurs années, restent à conforter.

EDF a renforcé depuis plusieurs années son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions, comme l'organisation mise en place pour détecter et écarter les risques de chute d'objets en cas de séisme (moyens d'éclairage, de lutte contre l'incendie...). L'ASN constate toutefois régulièrement que les dispositions prises par EDF pour la prévention des agressions et la limitation de leurs conséquences doivent encore être améliorées.

C'est en particulier le cas des dispositions en matière de risque incendie.

Par ailleurs, les inspections sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne.

La poursuite de fonctionnement des réacteurs

L'ASN relève enfin les actions ambitieuses menées par EDF pour permettre la poursuite de fonctionnement de ses réacteurs. Les dispositions prévues dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe conduiront ainsi à des améliorations significatives de la sûreté des installations. L'ASN attend toutefois encore des compléments de démonstration sur certains sujets, qui apparaissent à ce stade de l'instruction comme susceptibles de faire l'objet de demandes de dispositions complémentaires notables. C'est en particulier le cas en ce qui concerne la résistance au séisme, l'efficacité des moyens de recirculation de l'eau présente au fond des puisards des bâtiments réacteurs et la nécessité ou non d'épaissir les radiers de certaines enceintes de confinement. EDF a mobilisé des capacités importantes d'ingénierie pour ce réexamen. L'ASN constate toutefois une saturation des équipes d'ingénierie d'EDF, qui devra être prise en compte pour la préparation des autres réexamens.

La radioprotection des personnels et la protection de l'environnement

La prise en compte de la radioprotection au sein des centrales nucléaires en 2018 est hétérogène, notamment en ce qui concerne la maîtrise de la propreté radiologique au sein des installations et les dispositions mises en œuvre pour prévenir le risque de contamination. Face à ces constats, l'ASN contrôle de manière renforcée la mise en œuvre des plans d'action demandés pour corriger ces situations sur les réacteurs concernés.

L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites et l'ASN considère que l'exploitant doit accroître sa vigilance sur ces thématiques. Malgré le plan d'action mis en place par EDF pour limiter les déversements de liquides pouvant induire des écoulements incidentels dans l'environnement, les événements conduisant à des déversements ont été encore trop nombreux en 2018. En ce qui concerne la gestion des déchets, l'ASN a pu constater une progression de certains sites auparavant en retrait, mais elle attend encore d'EDF une amélioration notable de son organisation sur ce thème.

Les appréciations centrale par centrale

Les appréciations de l'ASN sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport. Certains sites se distinguent de manière positive :

- dans le domaine de la sûreté nucléaire : Saint-Alban/Saint-Maurice et Fessenheim ;
- dans le domaine de la protection de l'environnement : Paluel ;
- dans le domaine de la radioprotection : Saint-Alban/Saint-Maurice et, dans une moindre mesure, Blayais et Chinon.

D'autres sites sont au contraire en retrait sur au moins une de ces trois thématiques :

- dans le domaine de la sûreté nucléaire : Civaux, Cruas, Golfech, Nogent-sur-Seine et, dans une moindre mesure, Belleville-sur-Loire ;
- dans le domaine de la protection de l'environnement : Blayais, Cruas, Dampierre-en-Burly, Gravelines et Nogent-sur-Seine ;
- dans le domaine de la radioprotection : Cruas, Dampierre-en-Burly et Tricastin.

Le réacteur EPR de Flamanville en cours de construction

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la préparation de l'exploitation de l'EPR de Flamanville est globalement satisfaisante. EDF doit toutefois encore faire évoluer ses pratiques en matière de qualification des matériels et de réalisation des essais de démarrage pour qu'ils soient réalisés dans les conditions prévues et pour documenter les justifications associées à leur représentativité.

Les écarts constatés sur les soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur ont mis en évidence un manque de maîtrise des opérations de soudage et une défaillance de la surveillance réalisée par EDF sur ses prestataires. L'ASN a ainsi demandé d'étendre la revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville à un périmètre plus large d'équipements et de sous-traitants, en adaptant la profondeur de la revue en fonction des enjeux. L'exploitant a proposé une démarche pour traiter les anomalies détectées. Son instruction est en cours. L'ASN rendra son avis sur l'acceptabilité de cette démarche en 2019. EDF doit être vigilante à ce que les réparations nécessaires et la fin du chantier soient réalisées en accordant la priorité à la qualité de réalisation.

Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

L'ASN est préoccupée par les retards dans la réalisation des principales opérations de démantèlement pour l'ensemble

Orano Cycle

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations exploitées par Orano Cycle est globalement satisfaisant, dans un contexte moins préoccupant du fait de la recapitalisation et de la réorganisation du groupe.

Les installations exploitées par Orano Cycle sont implantées sur les sites de La Hague et du Tricastin et présentent à la fois des enjeux de sûreté chimiques et radiologiques.

L'ASN considère que le niveau de sûreté pour les installations en fonctionnement du site de La Hague est globalement satisfaisant. Orano Cycle a conçu et mis en œuvre dans des délais courts de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans leurs installations, notamment des nouveaux bâtiments de crise robustes à l'égard des aléas extrêmes et des moyens d'appoint en eau.

Des progrès sont toutefois attendus en matière de traçabilité des contrôles réalisés, de formation des intervenants en charge de ces contrôles, de compétences et de

des réacteurs « uranium naturel-graphite-gaz » (UNGG), pour le réacteur de Brennilis et pour la mise en service d'installation de gestion des déchets radioactifs comme Iceda.

L'ASN estime que l'attente du démantèlement complet d'un réacteur UNGG avant de commencer à démanteler les autres réacteurs, conduisant à reporter le démantèlement de ces réacteurs de plusieurs décennies, n'est pas acceptable si l'exploitation du retour d'expérience industriel ne le justifie pas, et a demandé à EDF d'étudier des pistes de possibles optimisations du calendrier de démantèlement des UNGG.

La sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'EDF reste globalement satisfaisante. L'avancement du démantèlement des réacteurs Chooz A et Superphénix est conforme aux échéances prescrites par leur décrets.

À la suite d'événements de contamination interne d'intervenants sur les sites de Saint-Laurent A en 2016 et Chooz A en 2017, EDF a mis en place un plan d'action visant à mieux maîtriser les risques liés à la présence des radioéléments émetteurs de rayonnements « alpha », qui constituent l'un des principaux enjeux du démantèlement.

L'ASN constate que le dialogue technique avec les équipes en charge des centrales en démantèlement et la gestion des déchets est parfois difficile. De façon générale, l'ASN considère que les dossiers d'EDF sont soit insuffisamment détaillés (par exemple, les règles générales d'exploitation relatives à la gestion des déchets), soit incomplets (par exemple, les analyses environnementales manquantes dans les réexamens). L'ASN attend qu'EDF apporte des éléments techniques permettant l'appréciation des risques et l'atteinte plus rapide de conclusions opérationnelles. Par ailleurs, l'ASN constate que les rapports triennaux d'EDF sur les charges financières de long terme liées au démantèlement des installations sont très peu détaillés par rapport à ceux des autres exploitants.

connaissances des installations pour les nouveaux prestataires réalisant les opérations de maintenance, ainsi que de leur surveillance par Orano Cycle.

L'ASN considère qu'Orano Cycle doit poursuivre les actions entreprises pour améliorer le suivi et le traitement des écarts et le retour d'expérience associé du site de La Hague. Elle estime qu'Orano Cycle doit mieux intégrer la prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans ses modifications ou dans la mise en œuvre du référentiel du groupe. Enfin, l'ASN constate qu'Orano Cycle doit améliorer l'articulation entre ses mesures de maîtrise du risque d'incendie et celles de protection physique des matières nucléaires sur le site de La Hague.

L'ASN estime que la maîtrise du vieillissement, dans un contexte de corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fissions et d'autres équipements de l'usine de La Hague, présente un enjeu prioritaire. Orano Cycle a développé une démarche de

sélection des équipements dont le vieillissement est à surveiller. Les principes de cette démarche sont acceptables mais sa mise en œuvre effective sur le terrain et sa traçabilité restent à améliorer.

En ce qui concerne les différents projets de reprise de conditionnement des déchets anciens (RCD) et de démantèlement, qui présentent des enjeux de sûreté importants à La Hague, l'ASN constate des retards significatifs dans leur mise en œuvre. Certains retards sont liés à une priorité mise par Orano Cycle sur les usines en fonctionnement, à des changements de scénarios et à la nécessité de reprise des études de conception, parfois identifiée tardivement. L'ASN demande à Orano Cycle de renforcer ses capacités de gestion de projet pour faire avancer avec succès les opérations de RCD et de démantèlement.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site du Tricastin a progressé, notamment grâce à l'arrêt

progressif des installations les plus anciennes, à la mise en service d'installations présentant des standards de sûreté réévalués et à la fin des travaux issus du retour d'expérience de l'accident de Fukushima. Par ailleurs, l'ASN constate que l'organisation et les moyens de gestion de crise, mutualisés, permettent maintenant de gérer une situation d'urgence quelle que soit l'installation accidentée. La présence d'une force d'intervention locale, son organisation, les moyens à sa disposition et sa qualité d'intervention constituent un atout dans l'organisation de crise de la plateforme du Tricastin, dont l'exploitation des installations présente des risques d'accidents à cinétique rapide. Les transports de substances radioactives, qui sont désormais organisés de façon centralisée, sont gérés de façon satisfaisante.

L'ASN considère que pour le site du Tricastin, le suivi des engagements pris auprès de l'ASN ainsi que la surveillance des prestataires doivent être améliorés, notamment pour assurer la conformité des travaux sous-traités.

CEA

L'ASN considère que la sûreté des installations exploitées par le CEA demeure globalement satisfaisante, malgré un contexte budgétaire préoccupant. Des enjeux de sûreté portent sur la poursuite du fonctionnement d'installations, conçues selon des standards de sûreté anciens. L'enjeu principal du CEA est toutefois d'assurer le démantèlement des installations définitivement arrêtées, de reprendre et conditionner les déchets anciens et de gérer ses déchets radioactifs et matières sans usage identifié.

Le CEA assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature et aux enjeux de sûreté diverselles que des réacteurs de recherche et des laboratoires qui contribuent à l'approfondissement des connaissances pour l'industrie nucléaire (centrales nucléaires, cycle du combustible, gestion des déchets) ainsi que des installations d'entrepôts.

Construites en support au parc nucléaire français dans les années 60 à 70, certaines de ces installations sont en fonctionnement, d'autres sont à l'arrêt définitif et préparent leur démantèlement, d'autres encore sont en cours de démantèlement. Autorisé en 2009, le réacteur de recherche Jules Horowitz est en cours de construction.

Les installations en fonctionnement sont donc aujourd'hui anciennes et les futurs projets pour remplacer certaines de ces installations sont incertains (Mosaïc, Zephyr). Leur report peut conduire le CEA à souhaiter poursuivre le fonctionnement d'installations vieillissantes pouvant difficilement respecter les standards de sûreté actuels. L'ASN pourrait ainsi être amenée à restreindre les conditions d'exploitation, voire à demander l'arrêt de certaines installations. Le CEA devra définir et présenter une stratégie de moyen-long terme pour ses installations expérimentales de recherche nucléaire civile, en portant une vigilance particulière à la crédibilité des échéances et des ressources financières.

L'ASN estime que la responsabilité de la sûreté doit, à tous les échelons de l'organisation du CEA, être portée par des personnes disposant des ressources, des compétences et de l'autorité nécessaires. Elle estime de plus que le CEA devra être attentif à préserver les ressources et l'attractivité des postes liés à la sûreté.

L'ASN considère que le CEA doit renforcer sa surveillance et sa maîtrise des activités réalisées par des prestataires et des sous-traitants intervenants extérieurs. Cela est particulièrement important pour les installations de gestion des déchets, des effluents ou d'entrepôts. À ce sujet, les bonnes pratiques observées dans certaines installations gagneraient à être étendues à toutes les installations.

L'ASN rappelle la nécessité de lui déclarer rapidement les événements significatifs qui surviennent dans les installations. Elle estime, par ailleurs, que l'analyse des événements déclarés mériterait d'être approfondie, d'une part pour identifier les actions correctives pertinentes, d'autre part pour favoriser le partage d'expérience.

Concernant les réexamens périodiques, l'ASN observe que 16 rapports de réexamen ont été transmis sans retard fin 2017, ce qui représente une lourde charge pour le CEA. L'ASN a constaté, sur la base des inspections réalisées sur ce thème, que le CEA s'approprie désormais mieux les problématiques liées au réexamen, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation transverse dédiée à ces processus. L'ASN sera attentive à la bonne réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. Elle constate ainsi que le CEA prend des engagements pour chaque dossier, sans être parfois en mesure de s'assurer que les ressources humaines ou financières sont bien disponibles. Ceci peut le conduire par la suite à ne pas tenir certains engagements. L'ASN a ainsi remarqué des retards dans la mise en œuvre des nouveaux bâtiments de gestion de crise, prenant en compte le retour d'expérience de Fukushima, pour les centres de Saclay et de Cadarache. Les mesures compensatoires proposées par le CEA devront être rapidement opérationnelles. L'ASN reste vigilante sur la tenue des calendriers des engagements du CEA, la complétude des dossiers transmis, la qualité des réponses aux demandes et le respect des prescriptions.

Au regard de l'ampleur des retards enregistrés dans les projets de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, l'ASN et l'ASND ont demandé au CEA, en juillet 2015, de procéder à un réexamen global de sa stratégie de

démantèlement, de gestion des matières et des déchets radioactifs, de sa priorisation des opérations, des moyens humains et de l'efficacité de son organisation, ainsi que de la pertinence des montants des ressources financières

Andra

L'Andra est le seul exploitant d'INB de stockage de déchets radioactifs en France. L'ASN estime que les ressources organisationnelles et techniques de l'exploitant sont appropriées pour l'exploitation des centres actuels et que leur exploitation est satisfaisante.

L'ASN constate une nette amélioration au cours des dix dernières années pour les activités d'agrément et de surveillance des colis de déchets faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). L'ASN attend une montée en puissance du dispositif en ce qui concerne les déchets conditionnés pour les installations en projet.

L'ASN estime que la conception de Cigéo a atteint globalement une maturité technologique satisfaisante au stade

consacrées à ces opérations. Le CEA a mis en œuvre une nouvelle organisation qui présente un progrès significatif. Ces progrès devront être confirmés à moyen terme par le respect des échéances des projets les plus prioritaires.

du dossier d'options de sûreté (DOS). Certaines options de sûreté, concernant notamment l'éventuel stockage des déchets bitumés et la maîtrise du risque incendie, sont néanmoins à compléter en vue de la demande d'autorisation de création. Du point de vue de l'organisation de l'Andra, le fait de devenir l'exploitant d'une installation de l'ampleur et de la complexité de Cigéo constitue un défi.

En ce qui concerne les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) a fixé des étapes pour la définition et la conception de solutions de stockage. L'ASN constate que la réflexion sur les options de conception prend du retard.

Les appréciations que l'ASN porte sur les autres exploitants sont présentées dans la partie Panorama régional et dans les différents chapitres de ce rapport.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ

LE DOMAINE MÉDICAL

En 2018, l'ASN considère que l'état de la radioprotection dans le domaine médical est resté stable, avec une prise en compte de la radioprotection par les professionnels globalement satisfaisante, à l'exception des pratiques interventionnelles radioguidées.

En **radiothérapie externe**, l'amélioration de la sécurité des traitements, entamée depuis plusieurs années, se poursuit. Elle est cependant encore confrontée à de fortes évolutions technologiques, avec des risques potentiels induits lorsque les facteurs organisationnels et humains ne sont pas correctement maîtrisés. Ces évolutions technologiques nécessitent des études des risques mais la méthodologie n'est pas encore pleinement maîtrisée par les professionnels. L'ASN constate par ailleurs, après une augmentation importante des déclarations d'événements significatifs pour la radioprotection (ESR) dans ce champ d'activité, leur diminution constante depuis trois ans. Il conviendra d'identifier les causes de cette diminution.

En matière de sécurité des soins, la situation de la **curiethérapie** est comparable à celle de la radiothérapie externe. La radioprotection des travailleurs et la gestion des sources scellées de haute activité (SSHA) sont jugées globalement satisfaisantes, ce niveau doit cependant être maintenu par un effort de formation continue. Dans le contexte actuel, une attention accrue doit être portée sur la sécurisation d'accès aux SSHA, pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources.

La prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels en **médecine nucléaire** est satisfaisante. Dans ce secteur également, les efforts de formation doivent

être maintenus. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures (pour la maintenance des appareils, l'entretien des locaux...) doit être améliorée. Un des enjeux de radioprotection est aussi une bonne gestion des effluents radioactifs; ceci est d'autant plus prégnant que les traitements par radiothérapie interne vectorisée, nécessitant l'administration de fortes activités aux patients, sont appelées à se multiplier, avec en conséquence une augmentation de la radioactivité rejetée.

Dans le domaine des **pratiques interventionnelles radioguidées**, l'ASN estime que les mesures importantes qu'elle préconise depuis plusieurs années ne sont toujours pas suffisamment prises pour améliorer la radioprotection des patients et des professionnels lors de l'exercice des pratiques interventionnelles, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires. Des écarts réglementaires sont fréquemment relevés en inspection, tant du point de vue de la radioprotection des patients que de celle des professionnels, et des événements sont régulièrement déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose aux extrémités des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces technologies depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels est nécessaire pour accompagner les professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les professionnels intervenant dans les blocs opératoires.

Pour l'ASN, la formation continue des professionnels et l'intervention du physicien médical constituent certainement les deux points clés pour garantir la maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

En expansion, les examens diagnostiques faisant appel à un appareil de scanographie contribuent à des doses collectives importantes, l'**imagerie médicale** étant la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. La justification médicale de ces actes reste encore insuffisamment opérationnelle, du fait d'une formation très insuffisante des médecins demandeurs, voire du manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie). L'ASN a publié en juillet 2018 le deuxième plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale. Ce plan vise à renforcer la mise en œuvre de la justification des actes et de l'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients.

LE DOMAINE INDUSTRIEL ET DE LA RECHERCHE

Parmi les activités nucléaires dans le secteur **industriel**, la radiographie industrielle et en particulier la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle par l'ASN. L'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises bien que le suivi dosimétrique des travailleurs soit généralement correctement effectué. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel – les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particule dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant – l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise des sources – 10 ans par défaut – ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques doivent encore progresser.

Dans le domaine de la **recherche**, il ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche. Les améliorations les plus marquantes concernent les conditions d'entreposage des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination. Ce sujet reste toutefois encore un point de vigilance pour l'ASN. Par ailleurs, l'enregistrement et l'analyse des événements pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants, y compris en raison d'une traçabilité insuffisante des sources radioactives détenues, restent trop peu systématiques.

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour

se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie. Pour les pratiques liées aux grands animaux tels que les chevaux ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique, le port de la dosimétrie opérationnelle et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie, constituent des points de vigilance.

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

En 2018, l'ASN estime que la sûreté des transports de substances radioactives est globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à mettre en perspective avec les 770 000 transports réalisés chaque année et n'ont conduit ni à la dispersion du contenu du colis dans l'environnement, ni à des expositions significatives de personnes.

Les 91 événements significatifs relatifs au transport de substances radioactives sur la voie publique survenus en 2018 ont essentiellement pour causes :

- des non-conformités matérielles affectant un colis. Elles n'ont cependant pas eu de conséquences réelles sur la radioprotection des personnes ou sur l'environnement mais ont affaibli la résistance du colis (que l'accident survienne ou pas) ;
- le non-respect des procédures internes conduisant à expédier des colis non-conformes, à des erreurs de livraison ou à des pertes momentanées de colis.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés au cycle du combustible et, plus généralement, aux INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants.

L'ASN constate des progrès par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le guide de l'ASN n° 7 (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que de l'impossibilité de dépasser les limites de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, devrait être améliorée.

FAITS MARQUANTS 2018

Réacteur EPR de Flamanville - Soudures des circuits secondaires principaux	15
Centrales nucléaires - Quatrième réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe	16
Sûreté et radioprotection - La cohérence du cycle du combustible nucléaire	18
Outil de pilotage - Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs	20

Réacteur EPR de Flamanville

Soudures des circuits secondaires principaux

L'ASN a été informée par EDF au début de l'année 2017 d'écarts survenus lors du soudage des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur (circuit VVP) du réacteur EPR de Flamanville.

EDF a retenu pour ces tuyauteries une démarche dite « d'exclusion de rupture », qui implique un renforcement des exigences de conception, de fabrication et de suivi en service pour considérer que la rupture de ces tuyauteries est extrêmement improbable. Ce choix conduit l'exploitant à ne pas étudier les conséquences d'une rupture de ces tuyauteries dans la démonstration de sûreté nucléaire de l'installation.

Afin d'atteindre la haute qualité de fabrication attendue, des exigences renforcées portant notamment sur les propriétés mécaniques ont été définies par l'exploitant (EDF) et le fabricant (Framatome). Or, ces exigences renforcées n'ont pas été spécifiées au sous-traitant en charge de la réalisation des soudures. Les contrôles menés lors de la fabrication ont montré qu'elles ne sont pas toutes respectées pour certaines soudures.

Par ailleurs, en mars 2018, EDF a identifié plusieurs défauts lors de la visite complète initiale de ces tuyauteries prévue par la réglementation avant leur mise en service. Ces défauts auraient dû être détectés par le fabricant en fin de fabrication. Ce constat a conduit EDF à mettre en œuvre un programme de vérification de l'ensemble des soudures des circuits secondaires principaux, dont font partie les tuyauteries VVP.

Ces nouveaux contrôles ont mis en évidence des défauts qui nécessitent une réparation. L'ASN a vérifié l'exécution de ces nouveaux contrôles menés par EDF.

L'ensemble de ces écarts, ainsi que les constatations de l'ASN lors de ses inspections, ont mis en exergue

un manque de maîtrise des opérations de soudage pratiquées sur les tuyauteries VVP et une défaillance de la surveillance réalisée par EDF sur ses prestataires.

En juillet 2018, EDF s'est engagée à remettre à niveau les propriétés mécaniques des soudures concernées par les écarts identifiés, à l'exception des huit soudures situées au niveau de l'espace entre les deux enceintes du bâtiment réacteur, qui sont plus difficiles d'accès. L'une de ces huit soudures présente par ailleurs un défaut de fabrication qu'EDF a proposé de maintenir en l'état.

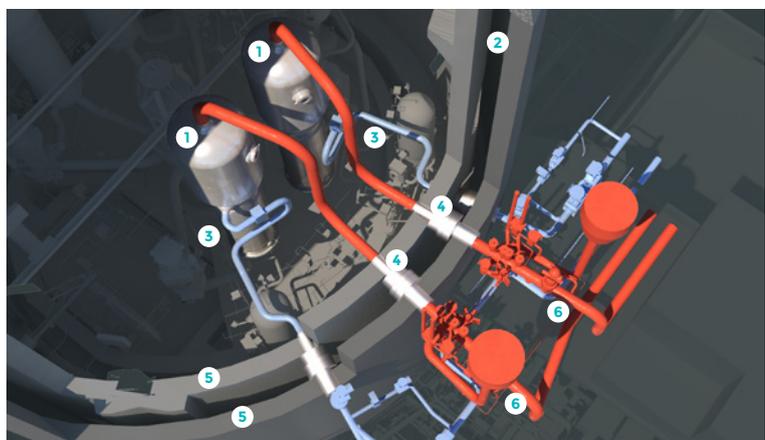
EDF a transmis à l'ASN, en décembre 2018, un dossier visant à justifier que la qualité de ces huit soudures est suffisante et permet d'exclure leur rupture avec un haut niveau de confiance. Cette démonstration repose notamment sur une caractérisation approfondie du matériau des soudures.

L'instruction du dossier d'EDF menée par l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, se poursuivra en 2019. L'ASN consultera son Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires le 9 avril 2019 sur la démarche proposée par EDF.

Par ailleurs, le constat de défaillance de la surveillance réalisée par EDF sur ses prestataires a conduit l'ASN à demander à EDF d'effectuer une revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville appliquée à un périmètre plus large d'équipements et de sous-traitants, en adaptant la profondeur de la revue en fonction des enjeux.

À savoir

Les soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur du réacteur EPR de Flamanville sont concernées par des écarts de conception et de réalisation. Dans son courrier du 2 octobre 2018, l'ASN considérait que la remise en conformité des soudures devait être privilégiée et demandait à EDF de lui transmettre un dossier présentant sa démarche de traitement des écarts. Ce dossier a fait l'objet d'une instruction par l'ASN, avec l'appui technique de l'IRSN, dont les conclusions sont présentées au GP ESPN qui se réunit en avril 2019.



1 Générateurs de vapeur 2 Espace annulaire 3 Circuit de régulation du débit d'eau alimentaire 4 Traversées 5 Double enceinte de confinement 6 Systèmes d'évacuation de la vapeur (VVP)

Centrales nucléaires

Quatrième réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe

Comme toute installation nucléaire de base, les réacteurs nucléaires sont soumis à un réexamen périodique approfondi tous les dix ans, afin de s'assurer de leur niveau de sûreté et de mettre en œuvre les améliorations nécessaires.

Un réexamen aux enjeux importants

Mis en service entre 1977 et 1987, les 34 réacteurs d'EDF d'une puissance de 900 MWe atteignent, pour les premiers d'entre eux, l'échéance de leur quatrième réexamen périodique. C'est dans ce cadre que seront définies les conditions de poursuite de fonctionnement de ces réacteurs.

Ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;
- les modifications associées à ce réexamen périodique permettront de terminer l'intégration sur ces réacteurs des modifications prescrites par l'ASN à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs, et les améliorations qui en découlent, doivent être réalisées au regard des réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

L'ASN prendra position fin 2020 sur les études génériques d'EDF applicables à tous les réacteurs

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre l'exploitation des réacteurs.

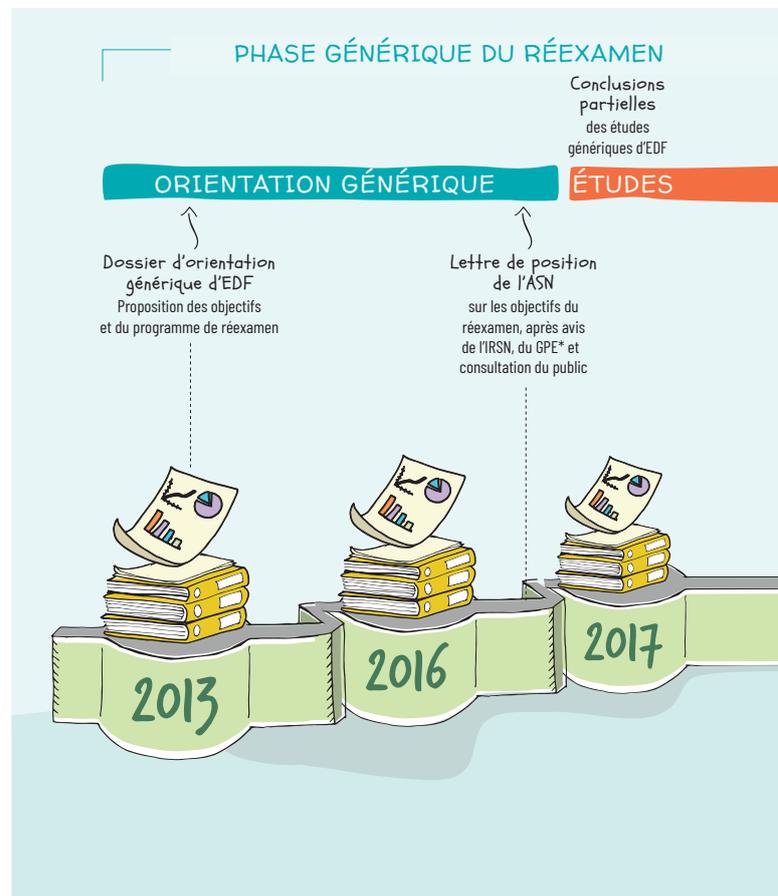
Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses groupes permanents d'experts, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN poursuit, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. En particulier, l'ASN a recueilli en 2018 l'avis de ses groupes permanents d'experts sur la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence et sur la résistance mécanique des cuves.

Elle sollicitera à nouveau leur avis en 2019 et 2020 sur :

- les équipements sous pression nucléaires, en particulier les chargements thermomécaniques sollicitant les cuves ;
- les études d'accidents de la démonstration de sûreté ;
- la capacité des installations à résister aux agressions internes et externes ;
- les études probabilistes de sûreté ;
- la gestion des accidents avec fusion du cœur.

L'ASN a transmis à EDF en septembre 2018 ses premières observations sur les contrôles et les modifications qu'EDF prévoit de mettre en œuvre sur ses réacteurs pour répondre aux objectifs du réexamen. L'ASN prendra position sur les études génériques liées à ce réexamen à la fin de l'année 2020.





À savoir

Le réexamen périodique répond à un double objectif:

- examiner en profondeur l'état de l'installation en tenant compte de son vieillissement pour vérifier sa conformité au référentiel de sûreté applicable;
- améliorer son niveau de sûreté pour intégrer les retours d'expérience et les progrès techniques réalisés sur les réacteurs les plus récents.

L'ASN rendra son avis sur la poursuite du fonctionnement du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin en 2022.

2019: l'année de la première visite décennale

En 2019, le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin effectuera sa quatrième visite décennale, qui constitue une étape majeure de son quatrième réexamen périodique. Pendant cet arrêt, EDF réalisera une partie importante des contrôles attendus et déploiera les premières améliorations de sûreté associées au réexamen. L'ASN prendra position sur la poursuite de fonctionnement de ce réacteur en 2022, après sa prise de position sur les études génériques et l'instruction du rapport de réexamen de ce réacteur qu'EDF remettra en 2020.

Le public associé à chaque étape

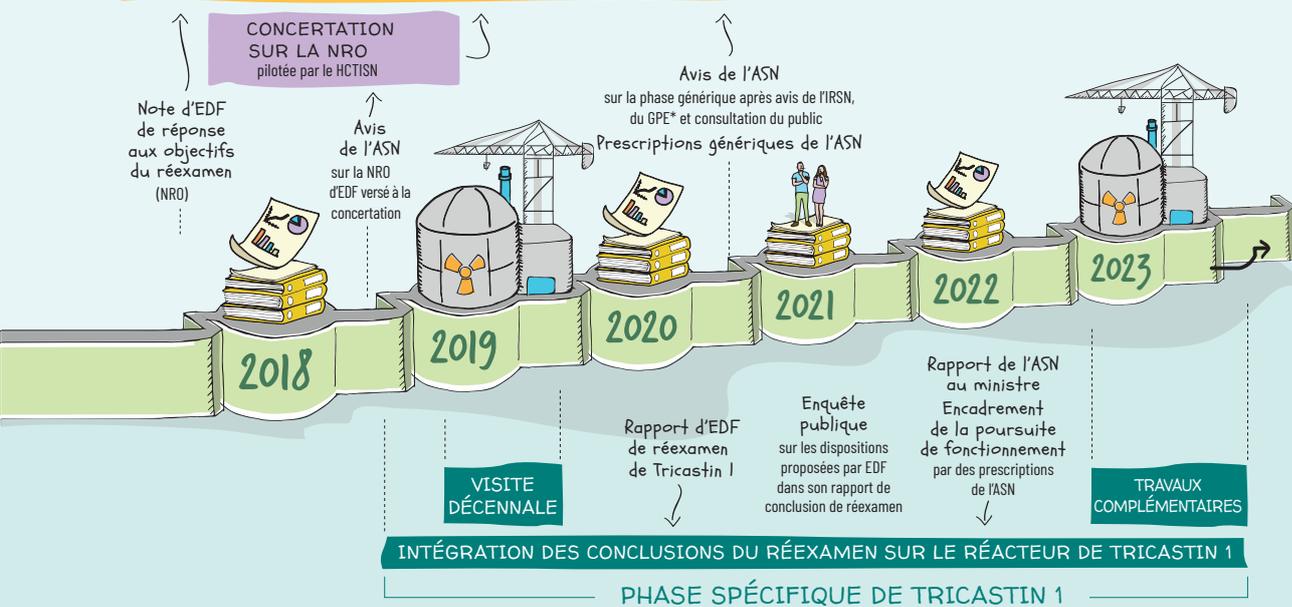
Pour ce réexamen, l'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire, sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN consultera également le public sur la position qu'elle adoptera fin 2020 sur la phase générique du réexamen. Conformément à la loi, une enquête publique sera ensuite effectuée, réacteur par réacteur, après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chacun d'eux.

PÉRIODIQUE DES 40 ANS

Avis particuliers de l'ASN
sur les études d'EDF après avis de l'IRSN et du GPE*

GÉNÉRIQUES DU RÉEXAMEN

BILAN DU RÉEXAMEN GÉNÉRIQUE



* GPE : groupes permanents d'experts

Sûreté et radioprotection

La cohérence du cycle du combustible nucléaire

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences, sur chaque étape du cycle du combustible nucléaire, de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustibles.

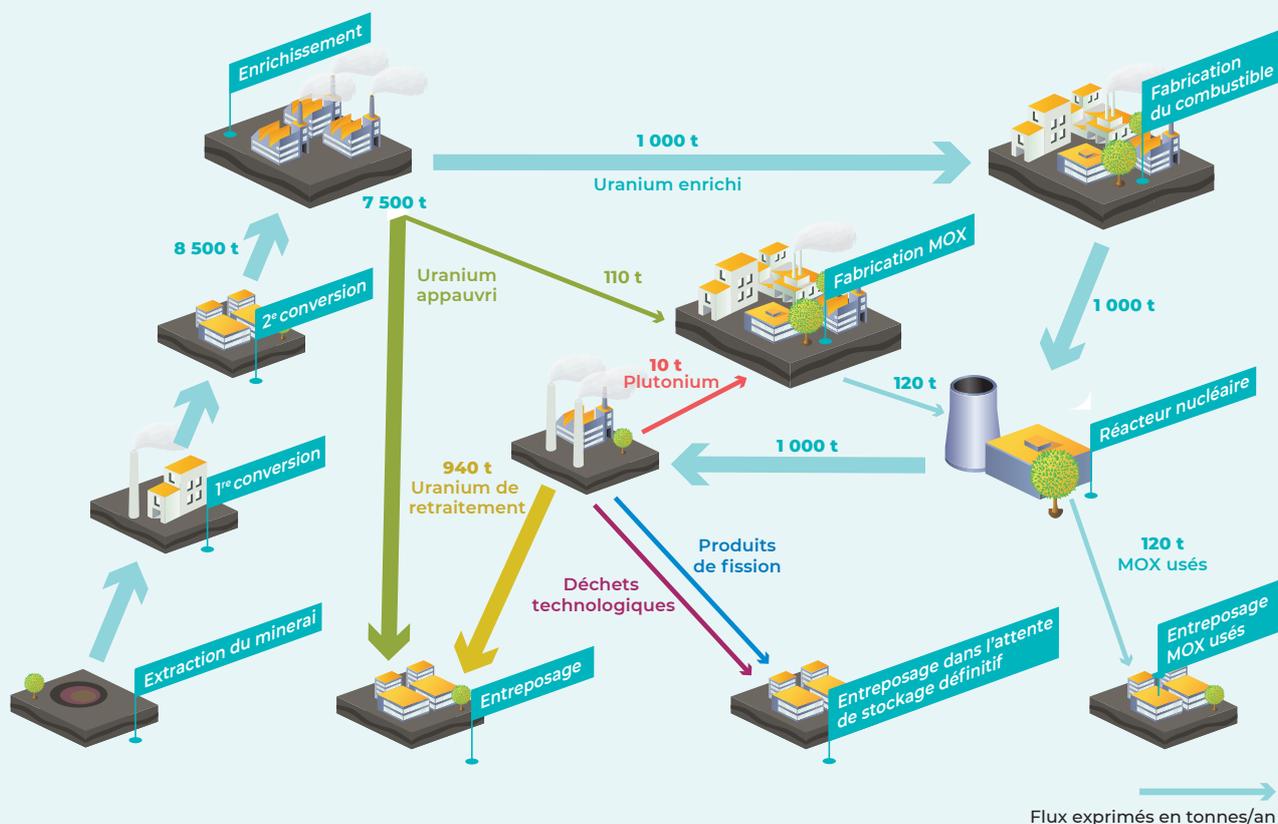
L'ASN a demandé en 2015 à EDF qu'une révision globale du dossier « Impact cycle » soit effectuée pour 2016. Cette mise à jour du dossier « Impact cycle » en 2016 présente plusieurs nouveautés par rapport aux démarches antérieures engagées en 1999 et 2006 :

- la période d'étude couvrant habituellement dix ans a été portée à quinze ans, afin de tenir compte des délais effectivement constatés dans l'industrie nucléaire pour concevoir et construire de nouvelles installations

qui seraient identifiées comme nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie ;

- les aléas sur les transports de substances radioactives ont été explicitement pris en compte ;
- la fermeture de réacteurs nucléaires a été étudiée sur la période de temps considérée, notamment dans l'hypothèse d'une demande électrique stable jusqu'en 2025, pour tenir compte de la programmation

Schéma du cycle du combustible



De l'extraction du minerai d'uranium au stockage des déchets radioactifs provenant des combustibles usés, l'ASN examine le dossier dit « Impact cycle » fourni par les acteurs du cycle du combustible.

prévue par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 sur la transition énergétique pour la croissance verte ;

- la stratégie de gestion et d'entreposage des combustibles usés dans l'attente de leur traitement ou de leur stockage a été explicitée.

L'instruction par l'ASN du dossier « Impact cycle » s'est achevée en octobre 2018.

En juin 2016, EDF a remis le dossier dénommé « Impact cycle 2016 » pour la période 2016-2030. Ce dossier, élaboré en collaboration avec Framatome, Orano Cycle et l'Andra, identifie notamment les seuils de rupture (saturations de capacités, limite de teneur isotopique de combustible atteinte...) prévisibles jusqu'en 2040 en prenant en compte plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique. Après instruction, l'ASN a rendu son avis le 18 octobre 2018.

Elle estime que le dossier « Impact cycle 2016 » présente de manière satisfaisante les conséquences de différents scénarios d'évolution du cycle du combustible nucléaire sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie.

L'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible, afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

À savoir

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano Cycle, Framatome, EDF et l'Andra.

Sur la décennie à venir, il apparaît en particulier qu'afin d'éviter la saturation trop rapide des capacités d'entreposage existantes (piscines des réacteurs nucléaires et de La Hague), toute diminution de la production par des réacteurs consommant du combustible MOX doit être accompagnée d'une diminution de celle des réacteurs consommant du combustible issu d'uranium naturel enrichi (UNE), de manière que l'ensemble des combustibles UNE usés soient retraités.

Il convient d'agir à la fois sur les combustibles et sur les capacités d'entreposage.

À plus long terme, il convient soit de disposer de nouvelles capacités d'entreposage, très significativement supérieures au volume actuel et projeté, soit de pouvoir consommer du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe, qui sont les plus anciens. Ces options nécessitent, pour leur conception et leur réalisation, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN a demandé aux industriels d'étudier ces deux options dès maintenant.

Le Gouvernement élabore actuellement la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui est réactualisée tous les cinq ans. Le fonctionnement du cycle du combustible nucléaire est susceptible d'évoluer en fonction des orientations ainsi définies. À la demande de l'ASN, les industriels devront étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la PPE sur le cycle du combustible nucléaire, et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions.

Outil de pilotage

Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

La loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a institué l'élaboration, tous les trois ans, d'un Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Le PNGMDR est préparé par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère chargé de l'énergie et par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), sur la base des travaux menés au sein d'un groupe de travail pluraliste comprenant notamment des producteurs de déchets radioactifs, des exploitants d'installations de gestion de ces déchets, des autorités d'évaluation et de contrôle et des associations de protection de l'environnement.

Concrètement, le PNGMDR dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que la filière soit opérationnelle ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs.

L'ASN y a contribué par sept avis rendus en 2016, dont les principales orientations ont été intégrées dans la version 2016-2018 du PNGMDR. Le décret et l'arrêté du 23 février 2017 fixent respectivement les prescriptions du code de l'environnement et les études à mener au cours des prochaines années. Ces études sont au nombre de 83, chacune avec un pilote et une échéance de réalisation.

La même démarche d'élaboration pluraliste sera appliquée pour la prochaine édition du PNGMDR, qui sera, de plus, précédée pour la première fois d'un débat public. En effet, conformément à l'ordonnance du 3 août 2016, la DGEC et l'ASN ont saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) sur les modalités d'organisation

de la participation du public. La CNDP a décidé d'organiser un débat public sur le plan.

Le débat, qui se tiendra au cours de l'année 2019, sera l'occasion de mener une réflexion sur plusieurs sujets à fort enjeu.

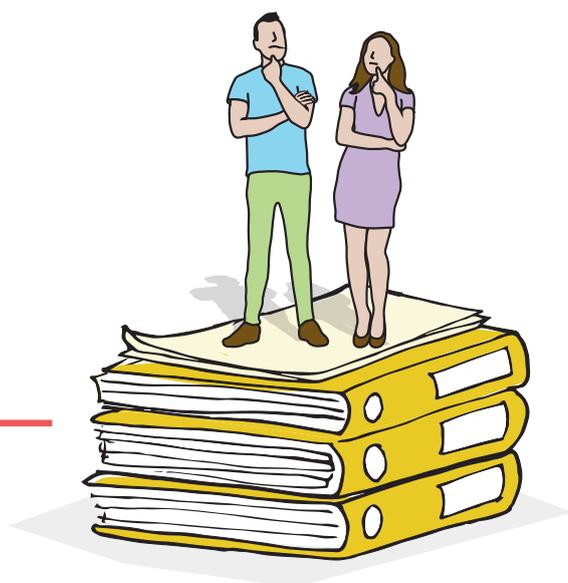
L'ASN et la DGEC ont élaboré, en lien avec la Commission particulière du débat public, un « dossier du maître d'ouvrage » qui présente les principaux éléments du PNGMDR et identifie les principaux enjeux qu'ils proposent de soumettre au débat en vue de la rédaction du nouveau plan. Les contributions et réflexions exprimées au cours du débat sur les aspects du PNGMDR qui ne seraient pas directement traités dans le dossier du maître d'ouvrage seront également utiles à l'élaboration de la prochaine édition du PNGMDR.

À savoir

Depuis la première édition du PNGMDR en 2007, quatre plans se sont succédé. Ils ont permis de progresser dans la structuration des filières de gestion des matières et des déchets radioactifs et de renforcer les politiques publiques concourant, dans ce domaine, au respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement.

Classification des déchets radioactifs et filières de gestion associées

CATÉGORIE	DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE	DÉCHETS DITS À VIE COURTE	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE
Très faible activité (TFA)	 <p>VTC</p> <p>Gestion par décroissance radioactive</p>	 <p>TFA</p> <p>Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)</p>	
Faible activité (FA)		 <p>FMA-VC</p> <p>Stockage de surface (Centres de stockage de l'Aube et de la Manche)</p>	 <p>FA-VL</p> <p>Stockage à faible profondeur à l'étude</p>
Moyenne activité (MA)			 <p>MA-VL</p> <p>Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)</p>
Haute activité (HA)	Non applicable		 <p>HA</p>



Les enjeux du prochain Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs identifiés dans le dossier du maître d'ouvrage pour le débat public

Les enjeux du PNGMDR étant nombreux, tous ne font pas l'objet de développements dans le dossier du maître d'ouvrage. Dans le cadre du débat public, le maître d'ouvrage a choisi de développer cinq enjeux au regard de la dimension éthique ou stratégique que revêtent certains choix de gestion qui pourraient être adoptés. Pour chacun de ces cinq sujets, le maître d'ouvrage présente, dans son dossier, les enjeux et problématiques tels qu'il estime qu'ils se posent à lui, et les principales caractéristiques des solutions de gestion qui pourraient être envisagées pour la prochaine édition du PNGMDR, en identifiant leurs impacts significatifs.

La gestion des matières radioactives et la prévention des charges pour les générations futures

- Les perspectives de valorisation des matières radioactives sont-elles crédibles ?
- Comment évaluer cette crédibilité, avec quel degré de confiance ?
- Quels choix de gestion doivent en découler ?
- Comment limiter les impacts des choix actuels pour les générations futures ?

Anticiper l'évolution des besoins d'entreposage des combustibles usés

- Par quels dispositifs techniques complémentaires pourrait-on renforcer la stratégie d'entreposage des combustibles usés ?
- Comment gérer au mieux les risques et les aléas liés au fonctionnement des installations du cycle du combustible ?
- Dans le cadre de la réduction de la part du nucléaire dans le mix électrique, sur la base de quels scénarios définir ces besoins en entreposages complémentaires ?

Les déchets de très faible activité, une diversité de pistes pour optimiser leur gestion

- Face aux grands volumes à venir dans les prochaines décennies de déchets de nocivité réduite, comment faut-il faire évoluer les modalités de gestion actuelles des déchets de très faible activité ?

Les déchets de faible activité à vie longue, des stockages à proportionner aux enjeux

- Face aux difficultés rencontrées pour développer un centre de stockage pour l'ensemble de ces déchets, quelles options pourraient compléter les projets en cours ?
- Quels contours donner à de nouvelles orientations de gestion ?

Définir les modalités pratiques de la phase industrielle pilote du projet Cigéo et de la réversibilité du stockage géologique profond

- Le Parlement a réaffirmé dans la loi de 2016 sa volonté que le projet de stockage en couche géologique profonde soit poursuivi, en suivant deux principes que sont la réversibilité et la mise en place d'une phase industrielle pilote préalable à sa mise en service complète.
- Comment mettre en œuvre ces deux principes pour répondre aux attentes de la société civile ?
- Comment impliquer la société civile tout au long de la vie du projet ?
- Comment faire participer la société civile aux grandes décisions liées à la réversibilité du projet (évolutions de politique énergétique, progrès technologiques) ?
- Comment prendre les décisions de fermeture des alvéoles de stockage ?
- Comment suivre et quels objectifs fixer à la phase industrielle pilote ?

Actualités réglementaires

L'année 2018 a été marquée par une actualité normative importante, notamment en matière de radioprotection, avec la publication en juin de trois décrets qui assurent la [transposition de la directive 2013/59/Euratom](#) du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Dans le domaine des installations nucléaires de base (INB), l'ASN a été étroitement associée à l'élaboration du projet de décret codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire, qui a fait l'objet d'une large concertation avec les parties prenantes. Par ailleurs, quelques autres actualités internationales et nationales méritent d'être signalées.

1 — Les actualités internationales

• Nouveau règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA – Prescriptions de sûreté particulières n° SSR-6 – édition 2018

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a révisé le règlement de transport des matières radioactives. La nouvelle édition de 2018 de ce règlement étend notamment la liste des objets contaminés en surface, appelés «SCO», aux objets solides très volumineux tels que les générateurs de vapeur des INB, afin

de permettre leur transport avec un haut niveau de sûreté. Les nouvelles dispositions de l'AIEA sont intégrées dans les éditions 2019 des divers accords internationaux pour les différents modes de transport, tels que l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR).

Le guide d'application du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA, n° SSG-26, est appelé à être actualisé en conséquence en 2019.

2 — Les actualités nationales

2.1 Les lois

• La [loi n° 2018-670 du 30 juillet 2018 relative à la protection du secret des affaires](#), qui [transpose la directive \(UE\) 2016/943](#) du Parlement européen et du Conseil du 8 juin 2016 *sur la protection des savoir-faire et des informations commerciales non divulgués (secrets d'affaires) contre l'obtention, l'utilisation et la divulgation illicites*, et son décret d'application, le [décret n° 2018-1126](#) du 11 décembre 2018 instaurent un nouveau régime général de protection du secret des affaires (articles L. 151-1 à L. 154-1 nouveaux du code de commerce).

Le «secret des affaires» permet aux entreprises de préserver la confidentialité d'informations qui ne peuvent pas bénéficier de la protection du droit de la propriété intellectuelle (brevets, dessins et modèles, droits d'auteur), mais qui sont néanmoins importantes pour maintenir leur compétitivité.

Le nouveau régime définit les informations susceptibles d'être protégées, les comportements illicites, et les mesures préventives pouvant être demandées en justice. Il a vocation à protéger l'entreprise vis-à-vis de l'extérieur, notamment contre ses concurrents. Les nouvelles dispositions ne constituent cependant pas une évolution majeure pour l'ASN, dans la mesure où elle était déjà tenue de respecter le «secret industriel et commercial» (ancienne terminologie à laquelle se substitue celle de secret des affaires), notion déjà présente au sein de la législation spécifique à la communication des documents administratifs et à l'information environnementale.

Il convient de retenir, outre la modification de la terminologie, que :

- les lanceurs d'alerte ne sont pas tenus par le secret des affaires ;
- l'utilisation d'une information couverte par le secret des affaires (notamment celle obtenue via un lanceur d'alerte) est licite lorsqu'elle intervient pour la protection d'un intérêt légitime reconnu par le droit européen ou national.

• La [loi n° 2018-727 du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance \(loi «ESSOC»\)](#) comporte des dispositions qui ont des effets pour l'ASN.

La loi prévoit désormais qu'une copie du procès-verbal de constatation d'une infraction au code de l'environnement est transmise, sauf instruction contraire du procureur de la République, au contrevenant dans un délai de cinq jours au moins et de dix jours au plus suivant la transmission du procès-verbal au procureur de la République.

En matière d'évaluation environnementale, la loi prévoit désormais que, lorsque la modification d'un projet relève d'un examen au cas par cas, le maître d'ouvrage saisit l'autorité administrative chargée du contrôle (l'ASN pour les INB), afin que cette dernière détermine, à la place de l'autorité environnementale, si la modification doit, ou non, être soumise à évaluation environnementale. Sont concernées les demandes de modifications notables d'INB susceptibles d'avoir des incidences négatives notables sur l'environnement.

Le «droit à demander un contrôle et à l'opposabilité de ce contrôle» pourrait éventuellement être utilisé par un exploitant d'INB, un responsable de transport de substances radioactives ou un responsable d'activité nucléaire, mais cette faculté sera vraisemblablement restreinte en matière nucléaire compte tenu des restrictions et des limitations quant à ses effets que la loi prévoit. Ainsi, toute personne peut demander à faire l'objet d'un contrôle prévu par la loi ou le règlement «sauf en cas de mauvaise foi du demandeur, de demande abusive ou lorsque la demande a manifestement pour effet de compromettre le bon fonctionnement du service ou de mettre l'administration dans l'impossibilité matérielle de mener à bien son programme de contrôle». Et si la loi prévoit que les conclusions expresses de ce contrôle peuvent être opposées à l'administration, elle prévoit également que «ces conclusions expresses cessent d'être opposables : 1° En cas de changement de circonstances de droit ou de fait postérieur de nature à affecter leur validité ; 2° Lorsque l'administration procède à un nouveau contrôle donnant lieu à de nouvelles conclusions expresses». Par ailleurs, les dispositions sur l'opposabilité du

contrôle ne peuvent faire obstacle « à l'application des dispositions législatives ou réglementaires préservant directement la santé publique, la sécurité des personnes et des biens ou l'environnement ».

2.2 Les décrets et les arrêtés

2.2.1 — La radioprotection

Trois décrets ont été publiés le 5 juin 2018, qui assurent notamment la transposition de la [directive 2013/59/Euratom](#) du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Ils modifient en particulier les parties réglementaires des codes de la défense, de l'environnement, de la santé publique et du travail, et complètent ainsi l'encadrement réglementaire de certaines activités nucléaires :

- **Le décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire** modifie entièrement le chapitre III du titre III du livre III de la première partie du code de la santé publique (articles R. 1333-1 à R. 1333-175). Il comporte de nouvelles dispositions qui renforcent la protection générale de la population, notamment vis-à-vis des sources naturelles de rayonnements ionisants, et des personnes exposées à des fins médicales. Ces nouvelles dispositions permettent la transposition des dispositions de la directive du 5 décembre 2013 et créent des outils complémentaires permettant de renforcer l'efficacité du contrôle des activités nucléaires : la possibilité d'instituer des servitudes d'utilité publique applicables aux sites pollués par des substances radioactives et le contrôle de la protection de certaines sources de rayonnements ionisants (notamment celles utilisées en milieu industriel) contre les actes de malveillance. Parmi les principales évolutions, il convient de noter celles concernant :

- les procédures administratives portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance (« sécurité des sources ») ;
- le nouveau régime applicable aux activités du nucléaire de proximité (applications médicales, vétérinaires, industrielles et de recherche), avec l'introduction du régime d'enregistrement (autorisation simplifiée) en plus des régimes de déclaration et d'autorisation existants, qui renforce l'approche graduée en fonction des enjeux.

- **Le décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants** modifie entièrement les dispositions du chapitre I^{er} du titre V du livre IV de la quatrième partie du code du travail, qui ont été entièrement revues (articles R. 4451-1 à R. 4451-135). Les évolutions ne se limitent pas à la transposition des nouvelles dispositions de la directive du 5 décembre 2013, mais proposent également une simplification des dispositions existantes. En particulier, il a été retenu de mieux graduer les exigences en fonction des risques encourus par les travailleurs mais aussi de rapprocher la démarche applicable au risque lié aux rayonnements ionisants de celles mises en œuvre pour les autres risques professionnels. Les principales évolutions concernent notamment :

- les limites réglementaires : la limite d'exposition du cristallin est réduite à 20 mSv/an (au lieu de 150 mSv/an), avec toutefois une période transitoire de mise en place sur cinq ans ;
- l'organisation de la radioprotection : elle repose désormais sur la désignation d'un « conseiller en radioprotection », lequel pourra être, selon le choix de l'employeur, soit la personne compétente en radioprotection, soit un organisme compétent en radioprotection (OCR) certifié.

- **Le décret n° 2018-438 du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs** qui modifie les règles de prévention des risques pour la santé et la sécurité dus aux

rayonnements ionisants d'origine naturelle ou artificielle applicables aux femmes enceintes, venant d'accoucher ou allaitant, et des jeunes travailleurs, notamment en ce qui concerne les valeurs limites de doses et les modalités d'information et de formation. Il précise les conditions de travail pour lesquelles il est interdit d'employer des salariés titulaires d'un contrat de travail à durée déterminée et des salariés temporaires, pour prendre en compte l'évolution technologique des équipements de travail, notamment générant des champs de rayonnements ionisants pulsés.

Le radon

A également été publié l'**arrêté du 27 juin 2018 portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français**. Cet arrêté fixe la répartition des communes entre les trois zones à potentiel radon définies à l'article R. 1333-29 du code de la santé publique, pour lesquelles des mesures d'information, d'évaluation ou de mesurage et des mesures de prévention de l'exposition au radon prévues aux articles L. 1333-22 du code de la santé publique, L. 125-5 du code de l'environnement et L. 4451-1 du code du travail sont mises en œuvre par les publics concernés. Cette nouvelle cartographie à l'échelle communale se substitue à celle à l'échelle départementale qui existait depuis 2004 (la liste de 31 départements prioritaires est abrogée).

Les eaux destinées à la consommation humaine

Un contrôle sanitaire de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) est mis en œuvre par les agences régionales de santé pour s'assurer que ces eaux respectent les références de qualité réglementaires et ne présentent pas de risque pour la santé des consommateurs. L'ASN a publié l'**avis n° 2018-AV-0315** du 16 octobre 2018 portant sur deux projets d'arrêtés qui visent notamment à mutualiser la procédure d'agrément des laboratoires qui mesurent la radioactivité dans les EDCH au titre du contrôle sanitaire. Cet agrément, actuellement délivré par le ministère chargé de la santé, sera conditionné à l'obtention préalable d'un agrément au titre du réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement, délivré par l'ASN (voir point 2.3.3 – Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement).

2.2.2 — Les INB

- **Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 relatif aux installations nucléaires de base et à la transparence en matière nucléaire**

Les évolutions législatives introduites dans le régime des INB par la **loi TECV n° 2015-992** du 17 août 2015, l'**ordonnance n° 2016-128** du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire et, concernant l'ASN, par la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes imposent des modifications des dispositions réglementaires en vigueur.

Après les dispositions relatives aux régimes des modifications et du démantèlement des INB et des règles relatives à la sous-traitance apportées par le **décret n° 2016-846** du 28 juin 2016, restent à adopter des dispositions relatives aux commissions locales d'information (CLI), au renouvellement du collège de l'ASN, à la commission des sanctions de l'ASN, à la tierce expertise et à la transpositions des directives IED et Seveso pour les INB.

D'autres dispositions doivent être modifiées pour assurer une bonne articulation avec de nouvelles dispositions intervenues depuis 2007, par exemple celles relatives à l'évaluation environnementale ou à la suite d'un retour d'expérience pour ce qui concerne par exemple les dispositions du changement d'exploitant. À cette occasion, le ministère chargé de la sûreté nucléaire a choisi de procéder à la codification de l'ensemble des dispositions réglementaires en vigueur (8 décrets).

Actualités réglementaires

L'ASN a été étroitement associée à l'élaboration de ce projet de décret, qui a fait l'objet d'une large concertation avec les parties prenantes. Après la consultation des parties prenantes et du public entre septembre 2017 et janvier 2018, le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques puis l'ASN ont rendu leur avis respectivement les 13 mars et 21 juin 2018.

Le Conseil d'État a été saisi fin novembre 2018 du projet de décret, qui a été publié le 16 mars 2019 (décret n° 2019-190 du 14 mars 2019).

• **L'arrêté du 3 septembre 2018 modifiant certaines dispositions applicables aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires de sécurité destinés à leur protection**

À la suite de la codification dans le code de l'environnement des dispositions applicables au suivi en service des équipements sous pression nucléaires, l'arrêté du 3 septembre 2018 a mis en cohérence avec le code de l'environnement les différents arrêtés traitant du suivi en service de ces équipements, tout en améliorant l'articulation entre ces textes. Cet arrêté modificatif a également apporté des précisions concernant les procédures d'évaluation de la conformité et introduit un certain nombre d'exigences complémentaires tirées du retour d'expérience d'application des textes existants. Il a ainsi été rajouté des dispositions concernant notamment l'accréditation des laboratoires d'essais ou encore la conservation de la matière issue de la fabrication des composants.

2.2.3 — Le transport de substances radioactives

• **Révision de l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit «arrêté TMD»)**

L'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit «arrêté TMD») encadre le transport par route, rail et fleuve des marchandises dangereuses, et notamment des substances radioactives. Il a été modifié par l'arrêté du 11 décembre 2018 afin de prendre en compte les modifications des réglementations internationales et communautaires relatives aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, qui entrent en vigueur au 1^{er} janvier 2019. En outre, cette révision :

- intègre les nouvelles modalités de déclaration sur le [portail de téléservices](#) de l'ASN des événements impliquant les transports de matières radioactives qui empruntent la voie publique ;
- précise le contenu des plans de gestion des incidents et des accidents de transport de matières radioactives mentionnés aux paragraphes 1.4.1.1 et 1.4.1.2 de l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) ;
- clarifie que l'obligation d'établir le programme de protection radiologique mentionné au paragraphe 1.7.2 de l'ADR s'applique à toute entreprise impliquée dans des opérations de transport de matières radioactives ;
- précise les modalités de mise en œuvre de la signalisation orange des convois correspondant à un seul numéro ONU qui ne s'effectuent pas sous utilisation dite « exclusive ».

2.3 Les décisions de l'ASN

2.3.1 — La radioprotection

• **Décision n° 2018-DC-0649 de l'ASN du 18 octobre 2018 définissant, en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du code de la santé publique, la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations**

Cette décision a étendu le champ des activités soumises à déclaration, en y intégrant notamment certaines activités mettant en œuvre des sources radioactives scellées, et fixé les modalités générales à respecter pour que l'activité ou l'équipement puisse

bénéficier de ce régime. Les activités concernées sont regroupées en quatre grands domaines :

- des activités nucléaires impliquant des dispositifs à finalité médicale ;
- des activités nucléaires des domaines industriels, vétérinaires ou de la recherche impliquant des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants ;
- des activités nucléaires des domaines industriels ou de la recherche impliquant des sources radioactives scellées ou appareils en contenant ;
- des activités exercées par des tiers liées à l'assainissement de sites et sols pollués par des substances radioactives.

Par ailleurs, cette décision abroge les anciennes décisions concernant le régime de déclaration (les décisions n° 2009-DC-0146, n° 2009-DC-0148, n° 2009-DC-0162, n° 2011-DC-0252, n° 2015-DC-0531).

La décision est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2019. Les autorisations existant avant cette date tiennent lieu, jusqu'à leur échéance et en l'absence de modification de l'activité nucléaire, de la déclaration prévue par la décision.

• **Décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN du 15 janvier 2019 fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants**

Cette décision définit les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants, c'est-à-dire en [médecine nucléaire](#) à finalité diagnostique, en radiologie dentaire et conventionnelle, en [scanographie](#) et pour les pratiques interventionnelles radioguidées. Elle oblige le responsable de l'activité nucléaire à établir un système de gestion de la qualité et apporte des précisions :

- sur les processus, procédures et instructions de travail associés à la mise en œuvre opérationnelle des deux principes généraux de la [radioprotection](#), la justification des actes et l'optimisation des doses ;
- sur le processus de retour d'expérience, en renforçant l'enregistrement et l'analyse des événements susceptibles de conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes lors d'un acte d'imagerie médicale.

Cette décision permet de proportionner le système de gestion de la qualité aux risques radiologiques inhérents aux activités d'imagerie médicale et aux enjeux de radioprotection.

• **Les projets de décision en cours**

En 2018, deux projets de décision concernant la radioprotection des patients ont fait l'objet d'une [consultation du public](#). Ils concernent :

- les niveaux de référence diagnostique en imagerie médicale ;
- la formation continue des professionnels de santé à la radioprotection des patients (modification de la [décision n° 2017-DC-0585](#) de l'ASN du 14 mars 2017 relative à la formation continue des professionnels à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales).

2.3.2 — Le transport de substances radioactives

• **Révision de la décision n° 2015-DC-0503 de l'ASN du 12 mars 2015 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français**

La transposition en droit français de la directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 a conduit à modifier le code de la santé publique pour répartir les différentes activités nucléaires dans trois régimes administratifs, régimes de déclaration, d'enregistrement et d'autorisation. L'article R. 1333-146 de ce code renvoie à une décision de l'ASN pour préciser les caractéristiques des substances radioactives dont le transport relève d'un régime particulier, les conditions d'exemption, la composition du dossier

de demande d'autorisation, les modalités d'instruction, ainsi que les conditions de renouvellement, de retrait et de suspension. Début janvier 2019, l'ASN a consulté le public sur les orientations retenues pour actualiser sa décision n° 2015-DC-0503 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette actualisation vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources présentant les plus forts enjeux en matière de sûreté et de sécurité.

2.3.3 – Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM)

• **Décision n° 2018-DC-0648 de l'ASN du 16 octobre 2018 portant modification de la décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 relative à l'organisation du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement et fixant les modalités d'agrément des laboratoires**

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008, modifiée une première fois en 2015, fixe l'organisation du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) et les modalités d'agrément des laboratoires par l'ASN.

Cette décision a été une nouvelle fois modifiée par la décision n° 2018-DC-0648 de l'ASN du 16 octobre 2018, notamment afin d'introduire un nouveau type d'agrément correspondant à la mesure du radon 222 dans l'eau. Cette révision permet un rapprochement entre les procédures d'agrément délivrés respectivement par l'ASN dans le cadre du RNM et par la Direction générale de la santé (DGS) dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, qui reposent sur des exigences techniques communes : pour obtenir l'agrément de la DGS, ces laboratoires devront désormais avoir obtenu en préalable l'agrément de l'ASN (voir point 2.2.1 EDCH).

En application de la décision n° 2008-DC-0099, l'ASN a procédé :

- par [décision n° CODEP-DEU-2018-046580](#) du 26 septembre 2018, à la nomination pour une durée de cinq ans des personnes qualifiées ainsi que des représentants des laboratoires agréés siégeant au sein de la commission d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement ;
- par [décision n° CODEP-DEU-2018-046583](#) du 26 septembre 2018, au renouvellement du comité de pilotage du RNM, qui fixe les orientations du RNM. Ce comité regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, agences régionales de santé, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de CLI, de l'IRSN, de l'ASN...

2.4 – Les guides de l'ASN

• **Guide de l'ASN n° 29: La radioprotection dans les activités de transport de substances radioactives**

Les inspections conduites par l'ASN révèlent une prise en compte insuffisante du risque d'exposition aux rayonnements ionisants dans les mesures de prévention relatives aux transports de substances radioactives. Certaines activités de transport présentent pourtant des enjeux de radioprotection importants, en premier lieu pour les travailleurs, en raison de leur proximité avec les colis. La dose annuelle d'un conducteur transportant des produits radiopharmaceutiques peut ainsi atteindre 14 millisieverts par an (mSv/an), la valeur limite réglementaire étant fixée à 20 mSv/an. Le guide de l'ASN n° 29 vise à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. Il s'attache à montrer l'articulation entre les différents textes applicables, tels que l'arrêté du 29 mai 2009 relatif au transport des marchandises dangereuses par voies terrestres et les codes du travail et de la santé publique. Le guide inclut les recommandations de l'ASN sur le contenu minimum du programme de protection radiologique requis par la réglementation et des exemples concrets.

2.5 – Les guides professionnels approuvés par l'ASN

Sur la base de l'article R. 1333-69 du code de la santé publique, la [décision n° 2017-DC-0585](#) de l'ASN du 14 mars 2017 relative à la formation continue des professionnels à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales a introduit une procédure d'approbation des guides professionnels de formation continue à la radioprotection des patients destinés aux professionnels de santé. En 2018, [neuf guides](#) ont été approuvés :

- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [manipulateurs d'électroradiologie](#) médicale exerçant en imagerie médicale (radiologie conventionnelle, scanographie) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [professionnels paramédicaux \(manipulateurs d'électroradiologie médicale, techniciens et infirmiers\) exerçant en médecine nucléaire](#) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [professionnels de santé du domaine de la radiothérapie externe et de la curiethérapie](#), comprenant le guide établi avec la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO), la Société française de physique médicale (SFPM) et l'Association française du personnel paramédical d'électroradiologie (AFPPE) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [médecins qualifiés en radiodiagnostic et en imagerie médicale](#) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [physiciens médicaux exerçant en imagerie médicale](#) (radiologie conventionnelle, scanographie, pratiques interventionnelles radioguidées) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [chirurgiens-dentistes](#) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [professionnels paramédicaux exerçant en médecine nucléaire](#) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [préparateurs en pharmacie hospitalière](#) ;
- le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux [radiopharmaciens](#).

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de onze divisions territoriales lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les collectivités et départements d'outre-mer. Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative. Au 31 décembre 2018, les divisions de l'ASN comprennent 226 agents, dont 171 inspecteurs.

Les divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives et des activités nucléaires de proximité; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement. Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

LE PANORAMA RÉGIONAL DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION

En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations. Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans les INB de chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.



IMPORTANT

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.



Domaine médical
voir chapitre 7



Domaine recherche et industrie
voir chapitre 8



Domaine transport
voir chapitre 9



Région

Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Auvergne-Rhône-Alpes](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- 4 centrales nucléaires exploitées par EDF :
 - Bugey (4 réacteurs de 900 MWe) ;
 - Saint-Alban/Saint-Maurice (2 réacteurs de 1 300 MWe) ;
 - Cruas-Meysses (4 réacteurs de 900 MWe) ;
 - Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe) ;
 - les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère ;
 - les usines du cycle du combustible nucléaire exploitées par Orano Cycle et ses filiales sur la plateforme industrielle du Tricastin ;
 - la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) exploitée par EDF ;
 - le Réacteur à haut flux exploité par l'Institut Laue-Langevin à Grenoble ;
 - l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) en construction sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF ;
 - le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire du Bugey, exploité par EDF ;
 - le réacteur Superphénix en démantèlement à Creys-Malville exploité par EDF, ainsi que ses installations annexes ;
 - l'irradiateur Ionisos à Dagneux ;
 - l'usine de fabrication de combustibles nucléaires et l'atelier de pastillage de la SICN à Veurey-Voroize, en attente de déclasserment ;
 - les réacteurs et usines du CEA à Grenoble, en attente de déclasserment ;
 - le centre de recherche international du CERN, situé à la frontière entre la Suisse et la France ;
-
- 
 ■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - voir [p. 200](#)
 - 22 services de radiothérapie externe ;
 - 6 services de curiethérapie ;
 - 23 services de médecine nucléaire ;
 - environ 150 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées ;
 - 120 scanners ;
 - environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
 - 
 ■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - voir [p. 230](#)
 - un synchrotron ;
 - 700 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques) ;
 - environ 30 agences de radiologie industrielle ;
 - environ 600 utilisateurs d'équipements industriels ;
 - environ 100 unités de recherche ;
 - 
 ■ des activités liées au transport de substances radioactives :
 - voir [p. 256](#)
 - 3 sièges et 8 agences d'organismes agréés.

En 2018, l'ASN a réalisé 337 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 116 inspections dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban/Saint-Maurice, de Cruas-Meysses et du Tricastin, 102 inspections dans les usines et les installations en démantèlement, 109 inspections dans le nucléaire de proximité et 10 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 47 journées d'inspection du travail dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville. Elle a participé à 13 jours de réunions sur ce thème, incluant sa participation aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.



Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé trois procès-verbaux.

Trente et un événements significatifs, classés au niveau 1 de l'échelle INES, ont été déclarés à l'ASN, dont 29 survenus dans les INB et 2 dans le nucléaire de proximité. Pour les activités nucléaires de proximité, 10 événements concernant les patients en radiothérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO et 1 a été classé provisoirement au niveau 2.

Site du Bugey

Centrale nucléaire du Bugey

La [centrale nucléaire du Bugey](#), exploitée par EDF dans la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 km à l'est de Lyon, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

Le site du Bugey comprend également un réacteur de la filière uranium naturel – graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda). Enfin, le site est doté d'un Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Bugey en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances portée sur EDF. La centrale nucléaire maintient une bonne maîtrise dans le domaine des activités d'exploitation et de maintenance. Toutefois, l'ASN a relevé des points de faiblesse dans le domaine de protection de l'environnement et de la maîtrise des risques liés à l'incendie.

En matière de sûreté nucléaire, la centrale nucléaire du Bugey présente en 2018 des résultats satisfaisants en matière de conduite des réacteurs et de réalisation des essais périodiques. Le site doit rester vigilant dans la manière dont il prépare et réalise les opérations courantes d'exploitation, telles que des manœuvres d'organes de robinetterie ou les actions de mise en configuration de l'installation réalisées depuis la salle de commande.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2018 a été une année plus chargée que 2017, avec trois arrêts de type visite partielle réalisés sur les réacteurs 4, 5 et 2. Les performances de la centrale nucléaire du Bugey se sont améliorées et l'ASN note qu'un effort a été entrepris pour limiter les aléas et les événements techniques qui trouvent leur origine dans une application insuffisante des procédures.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN relève que la centrale nucléaire du Bugey doit progresser dans la prévention des risques de fuite des ouvrages (tuyauteries et conduites) enterrés qui véhiculent des fluides radioactifs et/ou chimiques. Cependant, l'ASN relève que les performances globales de la centrale sont satisfaisantes sur le plan du respect réglementaire de la gestion de ses effluents et de ses déchets.

En matière de radioprotection, les performances de la centrale nucléaire du Bugey sont contrastées. Si les principes de gouvernance décrits dans l'organisation sont adaptés, leur mise en œuvre sur le terrain n'est pas observée : l'ASN a relevé en 2018 de nombreux écarts de comportements des intervenants (non-respect du zonage radiologique, non-respect des contrôles radiologiques en sortie de zone contrôlée...).

Réacteur 1 en démantèlement

[Bugey 1](#) est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG « intégré », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes. L'exploitant assure un suivi rigoureux des matériels et des quelques travaux de démantèlement.

Toutefois, les opérations principales de démantèlement, notamment l'extraction des déchets entreposés dans le caisson du réacteur et le démantèlement du caisson lui-même, ont été reportées compte tenu des difficultés pour réaliser les opérations de démantèlement du caisson sous eau. Le scénario de démantèlement « en air » est donc maintenant étudié. Ce changement de stratégie conduirait à décaler de plusieurs décennies le démantèlement du réacteur de Bugey 1 et à ne plus respecter le délai de démantèlement fixé par son [décret](#) (2027). (voir chapitre 13)

Par ailleurs, EDF a réalisé le réexamen de sûreté de Bugey 1 et a transmis à l'ASN en décembre 2018 le rapport de réexamen.



Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés

L'installation [Iceda](#), autorisée par le [décret n° 2010-402 du 23 avril 2010](#), est exploitée par EDF. Elle est actuellement en phase d'essais et aura pour fonction de traiter et d'entreposer les déchets activés provenant du fonctionnement du parc nucléaire en exploitation et du démantèlement des réacteurs de première génération et de la centrale de Creys-Malville.

Le dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation Iceda a été déposé auprès de l'ASN en juillet 2016. Dans le cadre de son instruction, l'ASN a demandé des compléments techniques relatifs à la démonstration de sûreté, la définition des éléments et activités importantes pour la protection, le dossier de qualité de réalisation, les essais de démarrage, la gestion des déchets et les documents d'exploitation. EDF a transmis sa réponse aux demandes de l'ASN fin 2018.

Les derniers travaux de finition et les essais préalables à la mise en service se sont poursuivis en 2018.

L'organisation mise en œuvre par EDF, le groupement momentané d'entreprises pour le montage des équipements et le suivi des essais dans les installations sont rigoureux. Les inspecteurs ont constaté la bonne tenue générale du chantier. L'ASN observe un retard significatif dans le déroulement du programme des essais. EDF envisage désormais la mise en service de l'installation au deuxième semestre 2019.

L'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction du dossier de demande d'accord de conditionnement de déchets Moyenne Activité à Vie Longue – MA-VL en colis « C1PGSP », dans l'installation Iceda, transmis par EDF en novembre 2015 et complété en mai 2016 à la demande de l'ASN. L'instruction de ce dossier n'a pas permis à l'ASN de donner en l'état son accord. Des études complémentaires sont nécessaires afin de se prononcer sur l'adéquation de ce colis avec les déchets à conditionner. EDF a mis à jour son dossier fin 2018 pour prendre en compte les demandes de l'ASN.

Magasin interrégional

Le [Magasin interrégional \(MIR\)](#) du Bugey (INB 02), exploité par EDF, est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

Le MIR a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2018. Le réexamen de sûreté de l'installation est en cours, ainsi que l'évaluation complémentaire de sûreté demandée par l'ASN à l'issue de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. L'installation a notamment été modifiée pour améliorer la maîtrise du risque d'inondation.

Centrale nucléaire de Saint-Alban/Saint-Maurice

La [centrale nucléaire de Saint Alban/Saint Maurice](#), exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'INB 119, le réacteur 2 l'INB 120.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban/Saint-Maurice en matière de radioprotection se distinguent positivement de l'appréciation générale des performances portée sur EDF. En matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement, les performances rejoignent quant à elles l'appréciation générale des performances portée sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que la centrale nucléaire de Saint-Alban/Saint-Maurice présente des résultats satisfaisants en 2018. L'ASN note en particulier que les actions de vigilance dans le domaine de la lutte contre les départs de feu ont porté leurs fruits en 2018 et qu'EDF a correctement géré les arrêts réguliers des réacteurs 1 et 2, confrontés respectivement à un aléa technique sur les grappes de commande et à des contraintes liées à l'échauffement du Rhône. L'ASN constate cependant qu'EDF doit progresser dans le domaine des mises en configuration de circuit.

En matière de maintenance, la troisième visite décennale du réacteur 2 s'est globalement bien déroulée, notamment du point de vue de l'intégration des modifications.

En matière de protection de l'environnement, l'organisation définie et mise en œuvre par EDF afin de respecter les exigences réglementaires en matière de surveillance des rejets et de l'environnement apparaît comme globalement satisfaisante. Le site a progressé dans le domaine de la gestion des déchets.

En matière de radioprotection, l'ASN note que les résultats opérationnels ont été satisfaisants. Cette appréciation a été confortée lors de la campagne d'inspections renforcées sur le thème de la radioprotection menée en 2018 en région Rhône-Alpes.

Centrale nucléaire de Cruas-Meysses

La [centrale nucléaire de Cruas-Meysses](#), mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meysses, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses sont en retrait par rapport à l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF.

En 2018, l'ASN a en particulier relevé des lacunes en matière de traitement des écarts ainsi que de protection



de l'environnement. L'ASN estime donc nécessaire qu'EDF mette en place rapidement des actions structurantes pour restaurer, sur le terrain, les capacités techniques requises pour maintenir la conformité de ses installations aux exigences de conception, fabrication, réalisation et exploitation des matériels.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN note quelques progrès par rapport à 2017. La centrale nucléaire de Cruas-Meysses affiche un meilleur respect des spécifications techniques d'exploitation, avec des indicateurs en progrès depuis cinq ans. L'ASN note ainsi un recul du nombre d'arrêts automatiques, ainsi qu'une meilleure gestion des activités qui consistent à placer les organes des circuits dans une configuration donnée, de telle sorte que le circuit et les matériels répondent à des objectifs d'exploitation, de disponibilité et de sûreté. Fin 2017, l'ASN a pris une [décision](#) afin d'imposer à la centrale nucléaire de Cruas-Meysses un renforcement du contrôle des opérations réalisées sur les matériels assurant la fonction de sûreté de maîtrise des réactions nucléaires en chaîne. L'ASN note qu'EDF s'est correctement saisie du sujet, notamment en identifiant des difficultés en matière de formation du personnel et des lacunes dans la connaissance de certains matériels ou le pilotage du réacteur. Une inspection de récolement de cette décision a montré qu'EDF avait mis en place une organisation satisfaisante pour répondre aux enjeux associés à la décision de l'ASN. Cependant, la déclaration par EDF d'un événement significatif au mois de septembre 2018 montre qu'EDF doit encore poursuivre ses efforts et maintenir son niveau de vigilance sur cette thématique.

La question de l'incendie reste préoccupante sur le site. Malgré une diminution du nombre de départs de feu en 2018, l'ASN considère que l'organisation de la centrale nucléaire sur cette question doit impérativement être renforcée.

Dans le domaine des arrêts de réacteur, l'ASN considère que la situation est mitigée; EDF doit progresser dans la qualité de la préparation des arrêts de réacteurs, par une sécurisation de ses processus internes.

En matière de protection de l'environnement, l'année 2018 a été marquée par deux pollutions de la nappe phréatique pendant l'été, au tritium et aux hydrocarbures.

Dans le domaine de la radioprotection, l'année 2018 se situe dans la continuité des années précédentes, avec une dosimétrie collective maîtrisée, mais des difficultés à obtenir des niveaux satisfaisants de propreté radiologique lors des arrêts de réacteur et un défaut de maîtrise des accès aux zones présentant de forts enjeux dosimétriques.

Site du Tricastin

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans la Drôme et le Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du cycle du combustible nucléaire et, enfin, une Base chaude opérationnelle (BCOT) qui assure des opérations de maintenance et d'entreposage. Il est situé sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse.

Centrale nucléaire du Tricastin

La [centrale nucléaire du Tricastin](#) est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe chacun: les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87, les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN considère en revanche que les performances en matière de radioprotection sont en retrait par rapport à la moyenne nationale.

En 2016 et 2017, l'ASN a imposé des arrêts de tout ou partie de l'installation en raison, d'une part, de la question des ségrégations de carbone des générateurs de vapeur, d'autre part, du défaut de tenue au séisme de la digue protégeant la centrale nucléaire du Tricastin contre l'inondation. L'ASN constate que la gestion de ces arrêts puis des redémarrages simultanés des réacteurs du Tricastin représentait un réel enjeu pour EDF, qui a globalement su les gérer, sans événement significatif marquant.

En matière de sûreté nucléaire, si les performances de la centrale nucléaire ont été satisfaisantes jusqu'à la fin de l'été, avec des domaines en progrès (respect des spécifications techniques d'exploitation, mise en configuration de circuits, traitement des alarmes en salle de commande...), l'ASN a cependant constaté une fragilité dans la qualité d'exploitation à l'automne, avec la déclaration de douze événements significatifs du domaine de la sûreté en septembre et octobre 2018. L'ASN relève que la centrale nucléaire du Tricastin reste fragile dans le domaine des essais périodiques. Sur le plan de la maintenance, l'ASN constate que, malgré l'important programme industriel de l'année 2018, les arrêts pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible ont été maîtrisés de manière globalement satisfaisante.



En matière de protection de l'environnement, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire, tout en étant conformes à l'appréciation générale portée sur EDF, sont contrastées. L'ASN relève une fragilité persistante sur les systèmes de traitement des effluents radioactifs, ainsi que sur la question du confinement des effluents liquides. Concernant les déchets, leur gestion reste également perfectible.

En matière de radioprotection, à l'issue d'une inspection renforcée, l'ASN a relevé des lacunes dans la prise en charge d'intervenants contaminés, notamment s'agissant des contaminations au niveau de la peau. L'ASN a surtout relevé que le pilotage de cette question dans le système de gestion intégrée de la centrale nucléaire n'est pas suffisant.

Au mois de juin 2019, le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin sera le premier du parc français des réacteurs de 900 MWe d'EDF à procéder à sa quatrième visite décennale, étape du [4^e réexamen périodique](#). L'ASN portera une attention toute particulière à cette visite décennale et déploiera un plan de contrôle spécifique.

Les installations du cycle du combustible nucléaire

Les installations du cycle du Tricastin couvrent principalement les activités de l'amont du cycle du combustible et sont exploitées depuis fin 2018 par un exploitant unique, Orano Cycle.

Le site comporte :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$ issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8);
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en hexafluorure d'uranium (UF_6);
- l'usine Georges Besse I (INB 93) d'enrichissement de l' UF_6 par diffusion gazeuse;
- l'usine Georges Besse II (INB 168) d'enrichissement de l' UF_6 par centrifugation;
- les parcs uranifères du Tricastin (INB 178 et 179) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou UF_6 ;
- les ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets (ex-Socatri) (INB 138);
- le laboratoire Atlas d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176);
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de matières nucléaires pour la quasi-totalité à usage civil.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites sur le site en 2018, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano Cycle du Tricastin a progressé, notamment grâce à l'arrêt progressif des installations les plus anciennes, à la

mise en service d'installations présentant des standards de sûreté réévalués et à la fin des travaux issus du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'inspection de revue que l'ASN a menée en 2018 sur le site, comprenant notamment plusieurs exercices et mises en situation, a mis en évidence que l'organisation et les moyens de gestion de crise, mutualisés, permettent de gérer une situation d'urgence quelle que soit l'installation accidentée. L'ASN considère, de plus, que la présence d'une force d'intervention locale, son organisation, les moyens à sa disposition et sa qualité d'intervention constituent un atout dans l'organisation de crise de la plateforme Orano Cycle du Tricastin, dont l'exploitation des installations présente des risques d'accidents chimiques et nucléaires.

À l'issue des autres inspections conduites en 2018, au niveau de la plateforme et de la direction centrale du site, l'ASN considère qu'Orano Cycle doit améliorer le suivi des engagements pris auprès de l'ASN et renforcer la surveillance des prestataires. Les transports de substances radioactives, qui sont désormais organisés de façon centralisée, sont gérés de façon satisfaisante.

Usines Orano Cycle de chimie de l'uranium TU5 et W

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano Cycle de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l' UF_6 appauvri, issu de l'usine Georges Besse 2, pour le stabiliser en U_3O_8 .

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant.

Pour l'usine TU5, l'année 2018 a été marquée par la mise en œuvre des engagements pris dans le cadre du réexamen périodique de sûreté de l'installation. L'avancement des engagements pris dans ce cadre, ainsi que l'organisation mise en place pour assurer leur suivi régulier, ont été contrôlés par l'ASN et se révèlent satisfaisants.

Après la fin des essais, la nouvelle unité d'émission de l' UF_6 (EM3) de l'usine W a été mise en service mi-2018 et est en phase de fiabilisation. Cette nouvelle unité présente un meilleur niveau de confinement en cas de fuite d' UF_6 et de résistance aux agressions internes (incendie, explosion...) comme externes (séisme). L'ancienne unité a été mise à l'arrêt dans les délais fixés par l'ASN (30 juin 2018). La [décision de l'ASN fixant les prescriptions applicables](#) à l'usine W a été modifiée en mai 2018 pour encadrer le fonctionnement de l'unité EM3.



Mise en place d'un exploitant unique

En vue de simplifier l'organisation juridique du groupe Areva, un processus de fusion des filiales présentes sur le site du Tricastin avait été engagé en 2012 afin qu'Areva NC y devienne l'exploitant de l'ensemble des INB. Ce processus a abouti pour l'INB Comurhex en 2013. Le processus de changement d'exploitant de la Socatri, d'Eurodif et de la société d'enrichissement du Tricastin (SET) a abouti en 2018.

Orano Cycle, anciennement Areva NC, est donc désormais l'exploitant de l'ensemble des installations du cycle sur le site.

D'une manière générale, l'exploitant doit continuer à améliorer sa rigueur d'exploitation, notamment concernant la détection et la gestion des écarts. L'ASN reste vigilante quant au maintien de la rigueur attendue pour les gestes d'exploitation ou de maintenance, pour la gestion des anomalies détectées et quant à l'efficacité des actions correctives mises en place.

En outre, à la suite de défaillances identifiées en 2017 sur la gestion des déchets, une inspection inopinée sur ce sujet a été réalisée en mars 2018. Cette dernière a confirmé des insuffisances récurrentes dans la mise en œuvre des exigences relatives à la gestion des déchets. À l'issue de cette nouvelle inspection, l'ASN a demandé à Orano Cycle la mise en place d'un plan d'action complémentaire, assorti de mesures de contrôle et de surveillance, visant à renforcer de manière pérenne le respect des règles d'identification, de gestion et d'entreposage des déchets. Elle vérifiera en 2019 que ce plan d'action a été mis en œuvre et qu'il permet d'atteindre le niveau de conformité attendu.

Usines Orano Cycle de fluoration de l'uranium

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont définitivement été mises à l'arrêt avant le 31 décembre 2017. Les installations arrêtées ont depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en phase de préparation au démantèlement.

Orano Cycle a déposé en février 2014 un dossier de démantèlement de l'INB 105 (ex-Comurhex), soumis à enquête publique en 2017, dont l'instruction par l'ASN s'est poursuivie en 2018. Les principaux enjeux associés au démantèlement de l'INB 105 sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, d'exposition aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements.

Dans cette installation, sous l'effet des fortes chaleurs estivales, deux fûts de matières uranifères ont perdu leur étanchéité, conduisant, dans l'un des deux cas, à une dispersion

de contamination à l'extérieur du bâtiment d'entreposage, sans conséquence à l'extérieur du site. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES. L'ASN a demandé la création d'un sas de confinement pour entreposer les fûts dans l'attente de leur reconditionnement, ainsi que la réfection des sols, afin d'atteindre un niveau de confinement satisfaisant. De manière générale, l'ASN attend de l'exploitant, en 2019, un renforcement du confinement de ces installations anciennes et des moyens dédiés à leur surveillance.

En 2018, les essais des nouvelles unités de production du projet Comurhex 2, regroupant les installations de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en hexafluorure d'uranium (UF_6), se sont poursuivis, avec l'introduction d' UF_4 dans les circuits de l'usine à l'automne. Orano Cycle a rencontré des difficultés pour valider le fonctionnement de certains équipements, dues à des procédés finalement non adaptés ou des défauts de construction.

Les inspections menées en 2018 ont montré que les processus de validation avant la mise en service des nouvelles installations étaient globalement satisfaisants mais devaient être appliqués de façon plus rigoureuse. L'ASN a également relevé un manque de rigueur dans les premières activités d'exploitation.

L'exploitant doit renforcer la rigueur d'exploitation des installations, anciennes et nouvelles. Il doit également améliorer, dès 2019, le confinement des anciennes installations jusqu'à l'évacuation définitive des substances radioactives qui y sont entreposées.

Usine d'enrichissement Georges Besse I

L'installation d'enrichissement de l'uranium Eurodif ([INB 93](#)) était constituée principalement d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant, Eurodif production, a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise « en air » d'Eurodif » (opération Prisme), qui consistaient à effectuer des opérations de rinçages répétés des circuits de diffusion gazeuse avec du trifluorure de chlore (ClF_3), une substance toxique et dangereuse, qui a permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion. Ces opérations sont désormais terminées.

L'exploitant a déposé sa demande de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation en mars 2015. En 2018, l'instruction du dossier s'est poursuivie.

Les enjeux du démantèlement concernent le volume de déchets TFA produits (dont 160 000 tonnes de déchets TFA métalliques) et la durée du démantèlement, qui doit être aussi courte que possible en tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment et dans des conditions économiques acceptables (estimée à 30 ans actuellement).



À la suite des opérations préparatoires à la mise à l'arrêt définitif et au démantèlement de l'usine Eurodif, qui ont été menées depuis 2017, l'ASN a autorisé, en août 2018, le passage des installations arrêtées vers une phase d'attente, sous surveillance, qui doit durer jusqu'au lancement des premières opérations de démantèlement, prévues à l'horizon 2028. L'ASN s'est préalablement assurée, notamment par différentes inspections, que les installations étaient dans un état sûr. Elle a notamment vérifié l'évacuation préalable des déchets d'exploitation.

L'ASN veillera notamment au maintien de la rigueur de la surveillance des installations et d'une culture de sûreté adaptée à la situation spécifique d'arrêt des installations.

Désormais, le principal risque résiduel de l'installation est lié aux conteneurs d'UF₆ des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. Ces parcs devraient être rattachés à terme aux Parcs uranifères du Tricastin (INB 178).

Usine d'enrichissement Georges Besse II

L'[usine Georges Besse II \(INB 168\)](#), exploitée par la Société d'enrichissement du Tricastin (SET) jusqu'en 2018, constitue la nouvelle installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt d'Eurodif. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2018 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés.

Deux sujets de vigilance avaient été identifiés par l'ASN en 2017 : les détecteurs de présence d'eau dans les étuves de l'usine d'échantillonnage non reliés au système de contrôle commande, sans que les essais de mise en service ni les essais périodiques n'aient permis de détecter cette anomalie, ainsi que le processus d'évaluation des modifications matérielles de l'installation, jugé insuffisant lors d'une inspection. L'ASN a vérifié en 2018 que ces sujets avaient été traités de façon satisfaisante.

L'exploitant Orano Cycle s'est montré vigilant sur les écarts mineurs. Il a ainsi été en capacité de traiter de manière satisfaisante, dès sa détection, un événement significatif pour la sûreté, classé au niveau 1 de l'échelle INES, relatif à l'insuffisance des durées de solidification de l'UF₆ à la suite des échantillonnages liquides.

En 2019, l'exploitant devra porter une attention particulière à la définition, dans les cahiers des charges des activités sous-traitées, des éléments et des activités importants pour la protection, et à leurs exigences associées. Il devra également être vigilant à ce que les aléas d'exploitation dont le traitement n'est pas encadré par des procédures fassent l'objet de « points d'arrêt » impliquant le service en charge de la sûreté.

Ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets (ex-Socatri)

L'ASN considère que le niveau de sûreté opérationnelle des ateliers de la Socatri ([INB 138](#)) est satisfaisant pour l'année 2018.

Orano Cycle a poursuivi la mise en œuvre des améliorations significatives de la sûreté prescrites par l'ASN, ou faisant l'objet d'engagements pris par l'exploitant, dans le cadre du dernier réexamen périodique de l'installation. Toutefois, des améliorations sont encore attendues concernant les risques d'incendie.

Par ailleurs, l'exploitant a réalisé les contrôles renforcés des rétentions en exploitation, prescrits par l'ASN en avril 2017. L'intégralité des rétentions identifiées comme non conformes à l'issue de ces contrôles ont été remises en conformité.

L'instruction du dossier de modification substantielle de l'INB, pour créer notamment un atelier de traitement des déchets du site dénommé « Trident » s'est achevée avec le [décret n° 2019-113 du 19 février 2019](#). Les travaux d'aménagement de cet atelier ont débuté en 2018, après autorisation de l'ASN. Sa mise en service sera soumise à une autre autorisation de l'ASN.

Parcs uranifères du Tricastin

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'[INB 178 - Parcs uranifères du Tricastin](#) – a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016 et s'est assurée avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) de la continuité du contrôle de la sûreté nucléaire de cette installation. Le référentiel de l'installation est en cours de mise à niveau, pour être en conformité avec les textes réglementaires applicables aux INB.

Depuis l'enregistrement de l'INB, le bilan des inspections menées par l'ASN est satisfaisant. Deux écarts relatifs à la disponibilité des moyens de communication en cas de crise ont été relevés et sont en cours de traitement.

Orano Cycle a déposé en 2017 une demande auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire visant à rassembler dans cette INB les parcs d'entreposage actuellement présents dans l'INB 93 (Eurodif, Georges Besse I), qui ont vocation à demeurer en exploitation.



Installation P35

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'[INB 179 « P35 »](#) a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium.

L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018 et s'est assurée avec l'ASND de la continuité du contrôle de la sûreté nucléaire de ces entreposages. Le référentiel de l'installation est en cours de refonte pour mise en conformité avec les textes réglementaires applicables aux INB.

La première inspection réalisée par l'ASN en 2018 n'a pas mis en évidence d'anomalie.

Par ailleurs, dans le cadre du projet de regroupement des parcs d'entreposage du site du Tricastin au sein d'une même INB, l'INB Parcs uranifères du Tricastin, Areva, désormais dénommé Orano Cycle, a déposé fin 2017 une demande de fusion des INB 178 et 179 auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

Laboratoires d'analyses du Tricastin (Atlas)

[Atlas](#) constitue l'INB 176, autorisée par le [décret n° 2015-1210 du 30 septembre 2015](#) et mise en service en mai 2017. L'installation constitue une amélioration significative de la sûreté par rapport aux anciens laboratoires qu'elle remplace.

Deux des trois bancs d'analyse et d'échantillonnage d' UF_6 ont été mis en service en février 2018 après validation des résultats des essais préalables. La mise en service du dernier banc, qui finalisera la mise en service complète de l'installation, est prévue en 2019.

Au cours de ses inspections, l'ASN a relevé des lacunes dans la traçabilité des preuves de la conformité de l'installation aux exigences de sûreté et dans la traçabilité des écarts. Il a ainsi été mis en évidence le fait que les trémies coupe-feu de l'installation n'ont pas fait l'objet d'une vérification systématique de conformité à la réception de l'installation. À la demande de l'ASN, une campagne de vérification de ces trémies a été réalisée: les trémies non conformes ont été remises en conformité en 2018.

L'ASN considère également que l'exploitant doit également améliorer la gestion des entreposages des déchets et la traçabilité associée, la gestion des charges calorifiques, la surveillance des prestataires et le suivi des formations de son personnel.

Projet de nouvelle installation d'entreposage d'uranium

Orano Cycle a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano Cycle a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une poursuite de l'instruction en 2019.

Base chaude opérationnelle du Tricastin

La [BCOT](#) constitue l'INB 157. Elle est exploitée par EDF et a pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est globalement satisfaisant.

En 2018, la BCOT a poursuivi sa campagne de découpe des tubes guides de grappes usagés des réacteurs à eau sous pression exploités par EDF. Les opérations devraient être terminées au plus tard en 2020.

L'examen du rapport de réexamen a conduit à la prescription, par l'ASN, de plusieurs dispositions d'amélioration, notamment concernant la radioprotection des travailleurs.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT au plus tard le 30 juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance seront désormais réalisées sur la base de maintenance de Saint-Dizier (Bamas). Le transfert des activités et le début du démontage des outillages ont débuté en 2018.



Site de Romans-sur-Isère

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite deux installations nucléaires de base, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux réacteurs à eau sous pression (INB 98), ainsi qu'une installation classée pour la protection de l'environnement, l'atelier dit des «cavités», où sont fabriqués des composants spécifiques, comme les «cavités» ou les «collimateurs LHC» pour le CERN.

Usines Framatome de fabrication de combustibles nucléaires

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite «FBFC» (INB 98), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, anciennement appelée «Cerca» (INB 63).

Framatome a maintenu en 2018 ses efforts en matière de rigueur d'exploitation et a mis en œuvre un programme ambitieux de travaux au sein des deux installations.

En 2018, le site a notamment poursuivi le renforcement des effectifs dans les domaines suivants : sûreté, conduite des projets, contrôles réglementaires et surveillance des prestataires.

Au cours de l'année 2018, l'ASN a contrôlé la mise en œuvre des engagements pris dans le cadre des réexamens périodiques de la sûreté des deux INB (INB 98 et 63) : ces engagements consistent en des études complémentaires de sûreté ou en la mise en œuvre de travaux de renforcement des bâtiments (gestion du risque d'incendie, renforcements parasismiques, amélioration du confinement).

L'amélioration du management de la sûreté et de la rigueur d'exploitation se confirme. Ces renforcements doivent cependant être poursuivis, notamment par la systématisation du contrôle des activités. En effet, 4 événements en lien avec la prévention du risque de criticité, dont 3 ont fait l'objet d'inspections réactives de l'ASN, ont été déclarés et classés au niveau 1 de l'échelle INES en 2018.

En matière de radioprotection, la situation s'est améliorée mais peut encore progresser sur certains aspects. Les enjeux dosimétriques restent toutefois modérés au niveau des installations, qui ne mettent pas en œuvre d'uranium de retraitement.

En matière de protection de l'environnement, le site doit encore progresser sur la maîtrise des filières des déchets, notamment sur la distinction entre déchets radioactifs et déchets conventionnels.

Compte-tenu des améliorations significatives réalisées par le site en matière de management de la sûreté, d'organisation et de rigueur d'exploitation, l'ASN a décidé en mai 2018 de lever le dispositif de surveillance renforcée de ce site, qui avait été mis en place en 2014.

Les installations industrielles et de recherche

Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un [réacteur à haut flux neutronique \(RHF\)](#) de 58 MWth, à eau lourde, qui produit des faisceaux de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.

Le RHF constitue l'INB 67 et accueille sur son périmètre l'EMBL (*European Molecular Biology*), laboratoire de recherche internationale en biologie. Cette INB composée d'environ 500 personnes occupe une surface de 12 ha, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

L'ASN considère que la sûreté du RHF est gérée de façon assez satisfaisante, mais elle a constaté en inspection des écarts relatifs à l'organisation de l'exploitation, qui l'ont conduit à demander des actions d'amélioration sur plusieurs sujets.

Les travaux de mise en place des circuits de sauvegarde «[noyau dur](#)», dans le cadre du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, se sont achevés au premier semestre 2018, ce qui est positif.

La mise en place d'un système de gestion intégrée (SGI) de la qualité et de la sûreté répondant aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#), s'est poursuivie en 2018. Ce système vise à améliorer la maîtrise, par l'exploitant, des activités et de l'état des installations.

L'ASN a notamment relevé le travail important de l'ILL concernant son nouveau processus de gestion des écarts. L'ASN attendait de l'ILL une amélioration dans le suivi et la réalisation des contrôles et essais périodiques définis dans les règles générales d'exploitation, qu'elle a pu constater en 2018. Toutefois, elle estime que l'ILL doit poursuivre la mise



en place des autres processus de son SGI (Système de gestion intégré). Il doit également accompagner son déploiement par des actions de formation et de sensibilisation de ses équipes. Enfin, il doit améliorer le contrôle et la surveillance des intervenants. L'ASN attend également encore des améliorations concernant le processus de gestion des modifications matérielles de l'installation, les insuffisances qu'elle a relevées l'ayant conduite, en février 2018, à mettre en demeure l'ILL de se conformer à la réglementation en vigueur sur le sujet.

En outre, l'ASN a constaté au cours de l'année 2018 des lacunes dans le suivi des engagements pris par l'ILL dans le cadre des suites d'inspections et des comptes rendus d'événements significatifs. L'efficacité et la pérennisation des actions correctives définies à l'issue des écarts, des événements ou en réponse aux constatations de l'ASN, doivent être améliorées.

Enfin, l'ASN a demandé à l'exploitant le renforcement de son organisation pour la maîtrise du risque d'incendie. Un plan d'action a été mis en place par l'exploitant.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé une analyse préalable du rapport de réexamen transmis en novembre 2017 par l'ILL. L'ASN relève le travail fourni par l'exploitant, notamment sur l'examen de conformité des équipements importants pour la protection des intérêts (EIP) en matière de sûreté et sur l'actualisation du référentiel de sûreté. Toutefois, certaines insuffisances ont été identifiées, en particulier s'agissant de l'analyse de la conformité de son installation aux exigences réglementaires, notamment pour les risques d'agression (incendie, chute d'avion...). Dans ce cadre, l'ASN a demandé à l'exploitant de compléter son dossier afin que l'instruction de ce dossier puisse être poursuivie.

Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'[INB 68](#), utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

L'installation a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2018.

Ionisos devra toutefois améliorer son analyse des écarts et des événements, ainsi que l'information de l'ASN.

Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une convention internationale entre la France, la Suisse et le Centre européen de recherche nucléaire ([CERN](#)) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) suisse (organisme de contrôle de la radioprotection suisse) contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Trois visites conjointes des autorités française et suisse ont eu lieu en 2018 sur le thème de la mise en service de l'installation Medicis, la gestion des transports inter-sites de substances radioactives et l'organisation du CERN pour la gestion des incendies. Cette inspection a mis en évidence des pratiques globalement satisfaisantes.

L'ASN et l'OFSP ont aussi finalisé en 2018 l'instruction des dossiers de sûreté soumis par le CERN pour démontrer la sûreté des nouvelles installations, notamment l'installation Medicis, destinée à la production de radioisotopes à des fins de recherche médicale.

Les installations en démantèlement

Réacteur Superphénix et l'atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides [Superphénix](#) (INB 91), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1 200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles ([APEC](#), INB 141). L'APEC est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

L'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et de fonctionnement de l'APEC est globalement satisfaisante.

L'ASN a autorisé l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, *in situ* et dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance, selon l'activation des structures.

À la suite de deux pannes de matériels importants pour la protection des installations, dont l'un a fait l'objet d'un événement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES, EDF a subi des difficultés d'approvisionnement de certains équipements obsolètes. L'ASN a demandé à l'exploitant d'établir un plan d'action pour la gestion de l'obsolescence.

Concernant la gestion des situations d'urgence et à la suite du constat par l'ASN de dysfonctionnements, le site a renforcé en 2018 son organisation. Afin de tester son efficacité, l'ASN a organisé un nouvel exercice inopiné, de nuit. Celui-ci a mis en évidence une situation désormais satisfaisante. Ces améliorations ont été confirmées lors de l'événement significatif de perte des sources électriques du site, survenu le 14 décembre 2018, classé au niveau 1 de l'échelle INES.



Enfin, à la suite d'écarts constatés en inspection par l'ASN en 2017 dans la surveillance des activités sous-traitées et la gestion des déchets, l'exploitant a mis en œuvre en 2018 des actions de clarification et de renforcement de l'organisation du site dans ces domaines.

Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et station de traitement des effluents et des déchets solides – Centre du CEA

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclasserement. Le déclasserement du réacteur [Siloette](#) a été prononcé en 2007, celui du réacteur Mélusine en 2011, celui du réacteur [Siloé](#) en janvier 2015 et celui du [LAMA](#) en août 2017.

Les dernières INB du site sont celles relatives à la station de traitement des effluents et des déchets solides et entreposage de décroissance ([STED](#)) (INB 36 et 79). L'ensemble des bâtiments a été déconstruit, conformément à leur décret de démantèlement.

Les échanges techniques entre l'ASN et le CEA se sont poursuivis en 2018 concernant l'assainissement des sols de la STED, du point de vue radiologique et chimique. L'ensemble

des opérations techniquement réalisables à un coût raisonnablement acceptable a été réalisé. Compte tenu de la présence d'un marquage résiduel chimique et radiologique, l'ASN conditionnera le déclasserement de la STED à la mise en œuvre de servitudes d'utilité publique.

Usine SICN à Veurey-Voroize

L'ancienne usine de fabrication de combustibles nucléaires de Veurey-Voroize (Isère), exploitée par la Société industrielle de combustible nucléaire (SICN, Groupe Orano) est constituée de deux installations nucléaires, les [INB 65 et 90](#). Les activités de fabrication de combustible sont définitivement arrêtées depuis le début des années 2000. Ce sont les décrets [n° 2006-191](#) et [n° 2006-190](#) du 15 février 2006 qui ont autorisé les opérations de démantèlement; les travaux ont désormais été conduits à leur terme.

Le site présente toutefois une contamination résiduelle des sols et des eaux souterraines, dont l'impact est compatible avec l'usage futur envisagé (de type industriel). L'ASN a donc demandé à l'exploitant de déposer, en préalable au déclasserement, un dossier de demande d'institution de servitudes d'utilité publique visant à restreindre l'usage des sols et des eaux souterraines, et à garantir que l'usage des terrains reste compatible avec l'état du site. La SICN a déposé ce dossier en mars 2014 auprès de la préfecture de l'Isère, ainsi que le dossier de demande de déclasserement des deux INB auprès de l'ASN. Ce déclasserement ne pourra être prononcé que lorsque ces servitudes d'utilité publique auront été effectivement instituées par le préfet de l'Isère, à l'issue de la procédure d'instruction, qui comporte notamment une enquête publique, en 2019. La commission locale d'information a également été consultée sur le projet de servitudes et sur le dossier de déclasserement et a rendu son avis en décembre 2018.

Inspection du travail dans les centrales nucléaires de la région Auvergne-Rhône-Alpes

Vingt-huit inspections ont été menées au cours de l'année 2018 au titre de l'inspection du travail, auxquelles s'ajoutent vingt-cinq journées de présence dans les centrales nucléaires de la région, dans le cadre de réunions, de rencontres des salariés et représentants du personnel et de participations aux réunions des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

Les inspections se sont réparties entre des inspections menées sur les chantiers de maintenance réalisés au cours des arrêts de réacteurs et des inspections thématiques (risque

électrique, atmosphère explosive, chantier amiante). Des inspections ont également été conduites à la suite d'accidents du travail graves.

De cette année 2018, il ressort, de manière globale:

- une prise de conscience et la mise en œuvre d'un plan d'action pour améliorer la maîtrise du risque lié à l'atmosphère explosive dans les installations d'EDF avec la nécessité de mieux suivre la conformité de ses installations aux exigences du code du travail (risque électrique, risque explosif ATEX);

- la nécessité qu'EDF s'implique davantage dans le contrôle de la conformité des moyens de protection collective destinés à limiter la dispersion de la contamination;
- la nécessité, de façon générale, de poursuivre les efforts en matière de radioprotection;
- la nécessité d'une mise à jour dynamique des documents d'intervention, au cours de travaux afin que les exigences en matière de protections collectives ou individuelles soient en cohérence avec l'état du chantier et les risques associés.



Région Bourgogne Franche-Comté

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Bourgogne-Franche-Comté](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



voir
p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 8 services de radiothérapie externe;
 - 4 services de curiethérapie;
 - 14 services de médecine nucléaire;
 - 36 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
 - 52 scanners;
 - environ 800 appareils de radiologie médicale;
 - environ 2 000 appareils de radiologie dentaire;



voir
p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - environ 200 cabinets vétérinaires dont 3 avec des scanners;
 - environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 28 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle;
 - 162 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures;
 - 2 accélérateurs;



voir
p. 256

- des activités liées au transport de substances radioactives ;
 - des laboratoires et organismes agréés :
 - 3 organismes agréés pour les contrôles de radioprotection, répartis en 4 agences;
 - 5 organismes agréés pour le contrôle du radon et 1 laboratoire agréé pour les mesures de radioactivité dans l'environnement.

En 2018, l'ASN a réalisé 58 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté, dans le domaine du nucléaire de proximité et 5 inspections relatives au transport de substances radioactives.

Parmi les événements significatifs déclarés et analysés pour en tirer un retour d'expérience, 7 événements concernant des patients en radiothérapie ou en curiethérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO et 2 événements concernant le vol ou la perte d'une source radioactive ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES.

Les usines de fabrication de Framatome, situées en Bourgogne-Franche-Comté, ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10.



Région Bretagne

La division de Nantes assure le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les quatre départements de la région [Bretagne](#). La division de Caen assure le contrôle de la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis) en démantèlement.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- la centrale des Monts d'Arrée, en démantèlement;



voir
p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 8 services de radiothérapie externe;
 - 5 services de curiethérapie;
 - 11 services de médecine nucléaire;
 - 37 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles;
 - 54 scanners;
 - environ 2 500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



voir
p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - 1 cyclotron;
 - 20 sociétés de radiologie industrielle;
 - environ 450 autorisations d'équipements industriels et de recherche, dont 325 utilisateurs d'appareils de détection de plomb dans les peintures;



voir
p. 256

- des activités liées au transport de substances radioactives;
- des laboratoires et organismes agréés :
 - 6 agences pour les contrôles techniques de radioprotection;
 - 7 établissements pour le contrôle du radon;
 - 4 sièges de laboratoires agréés pour les mesures de radioactivité dans l'environnement.

En 2018, l'ASN a réalisé 49 inspections, dont 2 inspections de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, 47 inspections dans le nucléaire de proximité et 2 inspections relatives au transport de substances radioactives.

Parmi les 37 événements significatifs déclarés et analysés pour en tirer un retour d'expérience, 12 événements concernaient des patients en radiothérapie, 6 d'entre eux ont été classés sur l'échelle ASN-SFRO au niveau 1 et au niveau 2. Un événement concernant un patient en curiethérapie a été classé sur l'échelle ASN-SFRO au niveau 2.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé deux procès-verbaux.

La centrale nucléaire de Brennilis

La [centrale nucléaire de Brennilis](#) est implantée dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommé EL4-D, cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone (70 MWe), arrêté définitivement en 1985. Le [décret du 27 juillet 2011](#) a autorisé une partie des opérations de démantèlement, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. Le [décret du 16 novembre 2016](#) a prolongé le délai de réalisation des opérations de démantèlement, notamment celles portant sur :

- le démantèlement des échangeurs de chaleur;
- l'assainissement et la démolition de la station de traitement des effluents.

Ces opérations devaient être terminées avant le 28 juillet 2018.



Au cours de l'année 2018, EDF a poursuivi les opérations de démantèlement de la station de traitement des effluents (STE). Les travaux de démolition du radier, débutés en août 2016, ont été terminés en début d'année 2018 en raison de divers aléas de chantier. EDF a ensuite engagé la mise en œuvre des opérations de retrait des terres polluées situées sous la STE, conformément au plan de gestion des terres approuvé par l'ASN en avril 2018. Les opérations de démantèlement partiel n'étaient pas terminées au 28 juillet 2018.

De plus, conformément au décret modificatif du 16 novembre 2016, EDF a transmis le dossier de démantèlement complet du réacteur en juillet 2018. Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASN.

Par ailleurs, EDF a finalisé les opérations de repli du chantier de démantèlement des échangeurs de chaleur de l'enceinte du réacteur après l'incendie survenu en septembre 2015. L'ASN considère que l'exploitant a mené ces travaux dans le respect des exigences de sûreté et de radioprotection.

En 2018, l'exploitant a également commencé des aménagements ainsi que des travaux de sécurisation du bâtiment réacteur, en vue de préparer les opérations de prélèvements d'échantillons dans le bloc réacteur. Ces opérations de prélèvements ont été soumises à accord préalable de l'ASN par [décision du 21 août 2017](#). EDF a transmis un dossier de demande, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que l'exploitant fait preuve de rigueur et de transparence concernant le traitement des dysfonctionnements et écarts survenant sur son site. Des améliorations sont à apporter concernant la gestion des déchets, notamment dans les zones d'entreposage situées dans l'enceinte du réacteur, et le respect des exigences réglementaires.



Région Centre-Val de Loire

L division d'Orléans contrôle la sûreté, la radioprotection et le transport des substances radioactives dans les 6 départements de la région [Centre-Val de Loire](#)

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1 300 MWe) ;
- la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe) ;
- le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées ;
- le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional de combustible neuf (MIR) ;



des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe ;
- 3 services de curiethérapie ;
- 10 services de médecine nucléaire ;
- 35 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées ;
- 38 scanners ;
- environ 2 700 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 10 sociétés de radiographie industrielle ;
- environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche ;



des activités liées au transport de substances radioactives.

En 2018, l'ASN a réalisé 145 inspections dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection : 101 inspections des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux, et 44 inspections dans le nucléaire de proximité en région Centre-Val de Loire.

L'ASN a assuré par ailleurs 67 journées d'inspection du travail dans les centrales.

En 2018, 11 événements significatifs de niveau 1 classés sur l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires EDF de la région Centre-Val de Loire, auxquels s'ajoutent 7 événements génériques de niveau 1 sur l'échelle INES qui ont concerné certaines centrales de la région. Dans le domaine du nucléaire de proximité, un événement de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré en 2018 et 3 événements concernant les patients en radiothérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé trois procès-verbaux.

Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire

La centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, la Nièvre, l'Yonne et le Loiret) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1 300 MWe, mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les INB 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale de Belleville-sur-Loire rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la radioprotection et de l'environnement. Les performances en matière de sûreté restent en retrait, malgré les progrès notables qui ont été réalisés en 2018 et qui restent à consolider.

Dans le domaine de la sûreté, les événements significatifs ayant pour origine un manque de rigueur dans la conduite de l'installation restent nombreux et l'ASN ne constate que peu de progrès sur ce sujet, malgré les alertes des années précédentes. À titre d'exemple, EDF a déclaré un [événement](#)



[significatif de niveau 1 sur l'échelle INES](#) du fait de la détection tardive d'un positionnement des grappes de commande du réacteur en dehors des limites fixées par le référentiel de sûreté de l'installation. L'ASN a cependant constaté une nette amélioration de l'état général des installations et de la détection des anomalies en 2018. Il convient toutefois de s'assurer que ces changements de culture soient intégrés par l'ensemble des services et s'ancrent dans le temps. En conséquence, l'ASN a décidé de maintenir le site sous surveillance renforcée. Cette situation est susceptible d'évoluer courant 2019 en fonction de la robustesse et de la pérennité des actions mises en place par l'exploitant pour améliorer ses résultats en conduite. Un suivi particulier du plan d'amélioration déployé par l'exploitant sur cette thématique sera réalisé par l'ASN en 2019.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN souligne les efforts significatifs engagés par le site, bien que la maîtrise du risque de dispersion de la contamination en période d'arrêt de réacteur puisse être améliorée.

En matière d'environnement, les performances de la centrale de Belleville-sur-Loire sont d'un niveau comparable à la moyenne nationale et peuvent être encore améliorées. L'ASN tient cependant à souligner que des actions importantes d'amélioration ont été menées en 2018 comme la remise en état de plusieurs installations pouvant présenter des risques pour l'environnement (dont la station de déminéralisation).

Centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

La [centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly](#) se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Cien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire ([FARN](#)), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire. Cependant, les performances en matière d'environnement et de radioprotection demeurent en retrait par rapport à la moyenne nationale.

En matière de sûreté, les résultats sont satisfaisants, avec notamment une bonne implication de la filière indépendante de sûreté. Toutefois, plusieurs événements significatifs ayant pour origine un manque de rigueur dans la conduite, l'exploitation et la surveillance des installations traduisent des lacunes dans la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation des intervenants. Cela a conduit l'exploitant à mettre en œuvre des actions correctives adaptées que l'ASN suivra plus particulièrement en 2019. Concernant la maintenance des installations, l'ASN considère que la surveillance des prestataires, la gestion des pièces de rechange ainsi que la préparation et la réalisation des activités de maintenance sont perfectibles. Une augmentation du nombre de non-qualités de maintenance sur des équipements importants pour la sûreté a en effet été constatée en 2018. À titre d'exemple, EDF a déclaré un [événement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES](#) en raison de la détection tardive d'une non-qualité de maintenance réalisée sur le clapet d'une canalisation traversant l'enceinte de confinement. Enfin, l'ASN considère que le site doit encore améliorer sa gestion des risques liés à l'incendie.

En matière de radioprotection, les performances du site apparaissent encore en retrait. Les constats effectués en inspection par l'ASN et l'augmentation du nombre d'événements significatifs pour la radioprotection déclarés en 2018 montrent une prise en compte insuffisante des fondamentaux de la radioprotection sur les chantiers (propreté radiologique, surveillance des chantiers, démarche d'optimisation non respectée...). Cependant, depuis l'été 2018, l'exploitant a pris conscience de ses faiblesses dans ce domaine et a mis en place un plan d'action, plus robuste que celui présenté en 2017, pour reconquérir et maîtriser cette thématique. Cette situation fera l'objet d'un suivi spécifique par l'ASN en 2019.

Dans le domaine de l'environnement, l'ASN considère, au vu du contrôle réalisé en 2018, que le site doit encore s'améliorer. En effet, si les valeurs limites de rejet pour les effluents gazeux et liquides demeurent respectées, l'ASN a observé de nombreuses non-conformités, concernant notamment la maîtrise et la prévention des pollutions ainsi que la gestion des déchets.



Site de Chinon

Le [site de Chinon](#), situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres à l'arrêt ou en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs d'une puissance 900 MWe en fonctionnement, mis en service en 1982-1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986-1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière UNGG (uranium naturel-graphite-gaz), dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI), dont les activités d'expertise ont cessé et ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le LIDEC, et le Magasin interrégional de combustible neuf (MIR).

Centrale nucléaire de Chinon

Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la [centrale nucléaire de Chinon](#) rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la sûreté et de l'environnement et que celles en matière de radioprotection se situent au-dessus de la moyenne nationale.

L'ASN considère que le site se maintient à un niveau satisfaisant sur le plan de la sûreté. Elle souligne une tenue globale des chantiers en amélioration et la complétude de la documentation examinée lors de différentes inspections. Des progrès sont attendus dans l'élaboration des analyses de risques et dans la réalisation des activités de mise en configuration de circuits et des essais périodiques, qui sont à l'origine de plusieurs événements significatifs. L'organisation de la centrale nucléaire pour détecter les écarts et justifier leurs délais de traitement n'est par ailleurs pas suffisamment robuste et doit progresser. Enfin, le site doit améliorer la gestion des risques liés à l'incendie, l'explosion et la foudre afin de s'assurer de la conformité de ses installations aux réglementations associées.

Les performances de Chinon en matière de radioprotection sont satisfaisantes et permettent au site d'obtenir de bons résultats en termes de dosimétrie et de propreté radiologique. Les règles de radioprotection sont généralement bien intégrées au stade de la préparation, puis pendant la réalisation des interventions en zone contrôlée, bien que quelques écarts aient été détectés.

Les performances de Chinon en matière d'environnement, bien que d'un niveau comparable à la moyenne nationale, peuvent globalement être améliorées. Si les valeurs limites de rejet pour les effluents gazeux et liquides demeurent

respectées et que le nombre d'événement significatif environnement est peu élevé, de nombreux écarts réglementaires ont été relevés concernant la prise en compte des risques légionelles et amibes et la gestion des déchets.

Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible et utilisaient le graphite comme modérateur. Ils étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du [11 octobre 1982](#) et du [7 février 1991](#). Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en [musée](#) depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abrite le [GIE Intra](#) (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées).

Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#), avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air » et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier. Cette nouvelle stratégie est en cours d'instruction par l'ASN (voir chapitre 13).

La réalisation des opérations de démantèlement des échangeurs (première étape du démantèlement de l'installation) du réacteur Chinon A3 a débuté depuis quelques années. Après une interruption de plusieurs mois due à la présence d'amiante, les opérations de démantèlement des échangeurs du local sud de Chinon A3 se sont terminées en juin 2018. Concernant le démantèlement des échangeurs du local nord, le nettoyage des parties amiantées a été nécessaire avant de débiter les opérations en 2018.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est globalement satisfaisant. Les contrôles menés en 2018 ont notamment permis de constater la maîtrise satisfaisante du confinement des réacteurs et le respect des engagements pris par EDF relatifs à la gestion des déchets nucléaires. Le suivi et la gestion des déchets se sont nettement améliorés. À ce titre, l'évacuation d'une grande quantité de colis de déchets liés aux opérations de démantèlement est un point positif.



Les installations du cycle du combustible nucléaire

Magasin interrégional de combustible neuf

Le [Magasin interrégional \(MIR\)](#) de Chinon est une installation d'entreposage d'assemblages combustibles neufs, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF, mise en service en 1978. Elle constitue l'INB 99. Avec le MIR de Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages combustibles.

Après plusieurs demandes de compléments entre 2015 et 2017, l'ASN a notifié en 2018 à EDF la recevabilité du rapport de réexamen déposé en 2015 et poursuivra son instruction en 2019.

L'installation a été vidée début 2018 de l'ensemble des assemblages de combustible afin de pouvoir, en 2019, remplacer le pont de manutention et «supprimer» la dalle de planéité. En vue de la réalisation de ces travaux, l'ASN a autorisé le déclassement des zones à production possible de déchets nucléaires de l'installation en zone à déchets conventionnels et la modification temporaire des règles générales d'exploitation.

Les installations de recherche en démantèlement

Atelier des matériaux irradiés

L'[Atelier des matériaux irradiés \(AMI\)](#), déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation (INB 94), dont le fonctionnement a cessé, est en attente de démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examens et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des réacteurs à eau sous pression.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Ceidre (Lidéc).

Dans la perspective du démantèlement de l'installation, les activités à l'AMI sont désormais essentiellement des opérations de surveillance et de préparation au démantèlement. L'année 2018 a été principalement marquée par la poursuite du traitement et de l'évacuation de déchets anciens et de divers équipements inutilisés, ainsi que des opérations courantes d'exploitation et de surveillance et la préparation des futures opérations de démantèlement.



Inspection de l'ASN à l'Atelier des matériaux irradiés – juin 2018

Le dossier de démantèlement a fait l'objet d'une enquête publique et de consultations en 2017. Sur cette base, l'ASN a poursuivi son instruction et établi un projet de décret de démantèlement.

L'ASN estime que la gestion des opérations de traitement des déchets et la surveillance des intervenants extérieurs sont satisfaisantes. Dans un contexte où les activités de l'installation comportent de nombreux chantiers spécifiques, l'ASN sera vigilante à la maîtrise des évolutions de l'installation et des plannings annoncés.



Site de Saint-Laurent-des-Eaux

Le [site de Saint-Laurent-des-Eaux](#), situé dans la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La [centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux](#) comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'INB 100. Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement, et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la [centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux](#) rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la sûreté, de l'environnement et de la radioprotection.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que le site est en retrait par rapport aux années précédentes. L'ASN souligne tout de même la bonne tenue générale des chantiers, un état apparent des matériels et équipements des systèmes contrôlés satisfaisant et une filière indépendante sûreté de qualité. Cependant, des manques de rigueur dans l'exploitation et la conduite des installations ont été observés en 2018. De nombreux événements mettent notamment en évidence des défauts dans la gestion des aléas d'exploitation et un mauvais suivi des procédures. L'organisation de la centrale nucléaire pour caractériser les écarts et justifier leurs délais de traitement n'est pas suffisamment robuste et doit progresser tout comme la gestion du retour d'expérience.

De manière générale, les performances de Saint-Laurent-des-Eaux dans le domaine de la radioprotection sont globalement satisfaisantes, bien qu'en retrait pour l'année 2018. Malgré une bonne implication des agents en charge de la radioprotection, la traçabilité et le suivi des actions visant à optimiser la dosimétrie des chantiers à fort enjeu est notablement perfectible. Plusieurs événements significatifs dans le domaine de la radioprotection mettent par ailleurs en évidence des comportements inadaptés de la part des intervenants.

L'organisation du site pour répondre aux exigences réglementaires dans le domaine de l'environnement peut encore être améliorée sur un certain nombre de points. Le service dédié fait preuve d'une volonté d'amélioration et de progrès soutenue par une filière indépendante environnement active. Des bonnes pratiques sont constatées au cours des inspections sur les différents thèmes abordés. Cependant,

des défauts de détection d'écart sur ce domaine ont de nouveau été constatés. L'ASN s'assurera en 2019 que le site travaille activement sur les revues de conformité au cadre réglementaire de ses installations.

Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une installation nucléaire de base qui comprend deux réacteurs UNGG « intégrés », les [réacteurs Saint-Laurent-des-Eaux A1 et A2](#). Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#).

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt (voir chapitre 13).

Dans l'attente du démantèlement du caisson des réacteurs, des opérations sont réalisées, hors du caisson ou pour préparer le démantèlement du caisson. Certains chantiers avec un risque de contamination aux radioéléments alpha (vidange de cuves, caractérisation de boues, retrait du terme source de la piscine de Saint-Laurent-des-Eaux A2) avaient été interrompus en 2016 à la suite de la découverte de contaminations internes avérées d'intervenants sur ces chantiers. EDF a engagé en 2017 un plan de rigueur d'exploitation renforçant la formation et la surveillance des intervenants. Les chantiers ont repris en 2017. L'ASN a contrôlé les actions définies dans le plan et a constaté des améliorations dans la gestion des chantiers avec un risque de contamination « alpha ».

Les opérations d'évacuation de déchets liquides et solides se sont poursuivies dans le cadre du démantèlement des réacteurs de Saint-Laurent A. Des recherches sont toujours en cours afin de créer un nouveau sas de caractérisation des déchets historiques et de définir une solution d'entreposage pour rassembler les « déchets historiques avec filière en projet » et les « déchets historiques sans filières ».

L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. À titre d'exemple, l'organisation et les outils mis en place pour suivre la gestion des déchets et les contrôles périodiques des installations sont satisfaisants.

Silos de Saint-Laurent-des-Eaux

L'[installation](#), autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#), est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées (déchets de faible activité à vie longue – FA-VL) issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.



L'exploitation de cette INB (INB 74) se limite à des mesures de surveillance et d'entretien (contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, suivi de l'état du génie civil). Ces actions sont réalisées de façon globalement satisfaisante.

Dans le cadre de sa nouvelle stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite des silos sans attendre la disponibilité de l'exutoire pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux.

En 2018, EDF a présenté à l'ASN l'avancement des études de désilage et d'entreposage. Des études complémentaires sont en cours afin de consolider le scénario et de rechercher des optimisations techniques. EDF prévoit pour fin 2020 les dépôts du dossier de demande d'autorisation pour la création d'une nouvelle INB d'entreposage et du dossier de démantèlement, qui prendra en compte les opérations de désilage, d'assainissement et de démolition des silos actuels.

Inspection du travail dans les centrales nucléaires de la région Centre-Val de Loire

Des inspections spécifiques ont pu être menées au sein des quatre centrales nucléaires de la région Centre-Val de Loire sur la thématique de l'incendie ainsi que l'évacuation et la mise en sécurité du personnel en cas d'incidents ou accidents. Ces inspections ont notamment permis de contrôler le respect des obligations liées à l'utilisation des lieux de travail au titre du risque incendie. L'incendie reste un sujet préoccupant et d'actualité permanente dans les centrales nucléaires, pour lequel l'ASN attend des améliorations significatives.



Collectivité de **Corse**

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de [Corse](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



voir
p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 2 services de radiothérapie externe ;
 - 2 services de médecine nucléaire ;
 - 9 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées ;
 - 8 scanners ;
 - environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



voir
p. 230

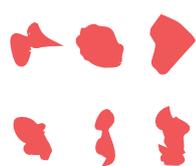
- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic ;
 - environ 40 établissements industriels et de recherche, dont 25 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures ;



voir
p. 256

- des activités liées au transport de substances radioactives.

En 2018, l'ASN a réalisé 4 inspections en Corse, dont 1 dans le domaine médical, 1 dans le domaine industriel et 2 concernant le transport de substances radioactives.



Départements et régions d'outre-mer

Le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les [six départements et régions d'outre-mer](#) (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte, Saint-Pierre-et-Miquelon) est assuré par la division de Paris de l'ASN. Celle-ci intervient également en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



voir
p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 4 services de radiothérapie externe;
 - 3 services de curiethérapie;
 - 4 services de médecine nucléaire;
 - 26 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
 - environ 35 établissements détenant au moins un scanner;
 - environ 100 cabinets de radiologie médicale;
 - environ 1 000 appareils de radiologie dentaire;



voir
p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - plus de 70 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire;
 - 2 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie;
 - 1 cyclotron;



voir
p. 256

- des activités liées au transport de substances radioactives.

En 2018, dans les départements et régions d'outre-mer, 23 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire de proximité. Deux campagnes d'inspections sur place ont été réalisées par la division de Paris de l'ASN.

En 2018, 1 événement concernant les patients en radiothérapie a été classé au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO.



Région Grand Est

Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la région [Grand Est](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- des installations nucléaires de base :
 - la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1 300 MWe);
 - la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1 450 MWe);
 - la centrale nucléaire de Chooz A (en cours de démantèlement);
 - la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe);
 - la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1 300 MWe);
 - le centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte implanté à Soulaïnes-Dhuys dans l'Aube (CSA);
- le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue;
- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 15 services de radiothérapie externe;
 - 5 services de curiethérapie;
 - 20 services de médecine nucléaire;
 - 83 scanners;
 - environ 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
 - environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire;
- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - environ 85 établissements vétérinaires;
 - environ 500 activités industrielles autorisées, dont plus de la moitié pour la détention de détecteurs de plomb dans les peintures;
 - environ 50 laboratoires de recherche principalement implantés dans les universités de la région;
- des activités liées au transport de substances radioactives;
 - 5 sièges d'organismes agréés en matière de radioprotection.



En 2018, l'ASN a mené 181 inspections, dont 71 dans les centrales nucléaires, 5 dans les installations de stockage de déchets radioactifs, 87 dans le domaine du nucléaire de proximité, 11 concernant le transport de substances radioactives et 7 concernant des organismes agréés ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 17 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2018, 16 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 4 événements significatifs ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO, et 5 ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES.

Centrale nucléaire de Cattenom

La [centrale nucléaire de Cattenom](#) est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Le site comprend quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance unitaire de 1 300 MWe, mis en service entre 1986 et 1991, et qui produisent chaque année environ 37 TWh, soit 7% de la production nationale d'EDF. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 124, 125, 126 et 137.

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement du site de Cattenom se placent dans la moyenne de l'appréciation générale portée sur EDF, avec un progrès



sur la radioprotection mais la persistance d'un retrait sur les opérations de maintenance et d'exploitation.

Ainsi plusieurs événements associés à des non-qualités de maintenance ont marqué l'année 2018, provoquant des arrêts fortuits ou des remplacements de pièces non programmés. Certains de ces événements sont liés à des modifications réalisées en 2016 lors de la troisième visite décennale du réacteur 1, mettant en lumière quelques faiblesses ponctuelles dans leur intégration; d'autres confirment la nécessité de renforcer le contrôle des gestes techniques des intervenants, ou la surveillance des prestataires. Cependant la capacité du site à gérer les événements fortuits, une fois bien identifiés, reste satisfaisante.

Un plan d'action pour améliorer la réalisation des activités d'exploitation a été mis en place fin 2017. L'ASN note une diminution du nombre d'événements associés à un manque de vigilance, mais considère que le plan d'action doit encore porter ses fruits sur les phases de préparation et de mise en œuvre, où la maîtrise et la rigueur peuvent être améliorées.

L'ASN considère que les efforts entrepris pour la conformité en matière d'environnement doivent s'étendre à un renforcement de la culture concernant la protection de l'environnement, pour mieux prévenir les déversements accidentels, les indisponibilités d'équipements de contrôle ou les franchissements de seuils de pré-alarme.

Le pilotage fin des traitements biocides des tours aéroréfrigérantes a permis de respecter, en 2018, les valeurs limites en rejets chimiques comme celles en microorganismes, mais la nécessité de procéder à des traitements y compris en période froide, qui est une spécificité locale, pourrait nécessiter l'adaptation du cadre prescriptif en matière de rejets.

Enfin, la dynamique positive constatée en 2017 dans le management de la radioprotection s'est confirmée en 2018 dans un contexte d'activité plus soutenue; les efforts entrepris en matière de propreté radiologique et d'optimisation dosimétrique doivent être poursuivis.

Centrale nucléaire de Chooz

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, dans la commune de Chooz à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué du réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le [décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007](#), et de deux réacteurs d'une puissance de 1 450 MWe chacun (INB 139 et 144) mis en service en 2000.

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement de la [centrale nucléaire de Chooz B](#) rejoignent globalement l'appréciation générale des performances portée sur EDF.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN constate des progrès en matière d'exploitation des réacteurs mais considère que le niveau de rigueur n'est pas encore à l'attendu, l'exploitant ne doit pas relâcher les efforts dans ce domaine. Les événements significatifs, dont le nombre reste élevé, soulignent aussi des insuffisances dans la préparation des activités ou la formation des opérateurs. La qualité de la documentation opérationnelle et sa mise à jour, sont par ailleurs vues comme un point faible, pour les activités de conduite comme de maintenance. Sur ce dernier plan, une attention doit être portée à la bonne prise en compte des modifications effectuées sur les matériels ou des évolutions des exigences de maintenance.

En matière de radioprotection, l'ASN considère les performances du site globalement satisfaisantes. La dosimétrie et la propreté radiologique ont été maîtrisées lors des arrêts de réacteurs. La vigilance du site doit néanmoins être maintenue afin de faire respecter les gestes de base de radioprotection.

Enfin, en matière de protection de l'environnement, l'ASN considère l'organisation du site globalement satisfaisante. Certains événements ont toutefois mis en évidence des rejets non maîtrisés de fluides frigorigènes, ainsi que des défaillances ponctuelles des matériels concourant à la surveillance des rejets liquides et gazeux.

Réacteur A en démantèlement

En 2018, les travaux de démantèlement de la cuve du [réacteur A](#) se sont poursuivis, comportant en particulier la mise en service de l'atelier de conditionnement des déchets issus de la découpe sous eau de la cuve et la découpe du couvercle de cuve.

Les travaux de démantèlement de l'ensemble des matériels encore présents dans les casemates de la caverne des auxiliaires nucléaires ont été interrompus en cours d'année. Ces travaux, réalisés principalement par télé-opération, impliquent néanmoins des interventions manuelles, mal évaluées dans le dossier d'intervention initial et qui ont nécessité une révision des mesures de radioprotection.

Dans les domaines de l'environnement et de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que les opérations de démantèlement sont réalisées de manière satisfaisante.

Dans le domaine de la radioprotection, aucun événement n'est survenu au cours de l'année 2018. L'exploitant devra néanmoins rester vigilant sur la prise en compte du risque de contamination aux particules alpha dans la surveillance de ses prestataires.



Centrale nucléaire de Fessenheim

La [centrale nucléaire de Fessenheim](#) comprend deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance unitaire de 900 MWe, qui produisent l'équivalent de la consommation d'électricité de l'Alsace (de l'ordre de 12 TWh annuels). Elle est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Les deux réacteurs, qui constituent les INB 75, ont été mis en service en 1977.

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire du site de Fessenheim, dans la continuité des années précédentes, se distinguent de manière favorable par rapport à la moyenne du parc. En matière de protection de l'environnement, le site reste à un bon niveau. Enfin, dans le domaine de la radioprotection, le site rejoint l'appréciation générale portée sur EDF.

La sûreté d'exploitation des réacteurs est restée très satisfaisante en 2018. La remise en service du réacteur 2 après la levée du certificat d'épreuve de son générateur de vapeur s'est bien passée et n'a pas conduit à une baisse de la performance du site par rapport à 2017, alors qu'un seul réacteur avait été exploité cette année-là. L'exploitant doit cependant

progresser dans la préparation des interventions et les essais périodiques. Le volume de maintenance a été très réduit en 2018, du fait de l'absence d'arrêt de réacteur planifié, mais l'effort de maintien en état des installations reste visible. La mise en œuvre des programmes de maintenance et le maintien du bon état des installations en 2019 seront un point de vigilance compte tenu de l'arrêt définitif du site à venir (voir encadré). Il convient de noter que ce contexte incertain est resté pour l'instant sans impact du point de vue de l'ASN, sur le climat social et sur l'implication du personnel.

Les événements significatifs en matière d'environnement restent peu nombreux, confirmant le jugement globalement positif émis par l'ASN les années précédentes. Toutefois, le fait que les deux événements déclarés aient été détectés dans le cadre de la préparation ou du déroulement d'inspections de l'ASN appelle à un renforcement de la capacité du site à détecter les écarts, notamment concernant les équipements annexes qui se trouvent hors du champ des essais périodiques et des programmes de maintenance préventive.

Enfin, l'année 2018 n'a été marquée par aucun élément majeur en radioprotection, dans un contexte de faible volume de maintenance.

Perspective de mise à l'arrêt définitif du site de Fessenheim

À la suite de l'annonce de nouveaux retards survenus dans le chantier de l'EPR de Flamanville, l'arrêt de la centrale de Fessenheim, initialement envisagé à la fin de l'année 2018, a été reporté à 2019, puis 2020, conduisant à la programmation de deux nouveaux arrêts pour maintenance et recharge en combustible en 2019.

Le principe d'une décorrélation entre l'arrêt de la centrale de Fessenheim et la mise en service de l'EPR de Flamanville, conformément à la demande du Gouvernement, et la confirmation par EDF de l'absence de perspective d'exploitation des réacteurs 1 et 2 au-delà de leurs quatrième réexamens périodiques, qui auront leurs échéances respectives en septembre 2020 et août 2022, fixent désormais une limite au fonctionnement des réacteurs.

L'ASN a pris acte de ces éléments et a engagé fin 2018 la mise à jour des prescriptions applicables au site, notamment en ce qui concerne les dispositions du « noyau dur » définies à la suite du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (voir chapitre 10), afin qu'elles soient adaptées au cas

particulier d'un site à l'arrêt en attente de son démantèlement.

Toutefois, l'ASN constate qu'à la fin de l'année 2018, le site ne dispose toujours pas d'un calendrier industriel ferme pour sa fin d'exploitation et n'a toujours pas fait l'objet d'une déclaration de mise à l'arrêt définitif dans les formes prévues par [l'article L. 593-26 du code de l'environnement](#).

L'ASN considère que la persistance de l'incertitude dans ce dossier, déjà marqué par de nombreux changements de calendrier, n'est pas satisfaisante, et observe qu'elle affecte particulièrement la vie du site sur plusieurs aspects :

- la reprogrammation d'opérations de maintenance périodiques pour des matériels dont l'arrêt d'exploitation a été prévu puis reporté nécessite un effort particulier de planification et d'examen des éventuels aménagements nécessaires, notamment ceux qui doivent faire l'objet d'une évaluation technique ou d'une autorisation ;
- la préparation du dossier de démantèlement, et des opérations préalables au démantèlement qui pourront être engagées dès l'arrêt de production, ne doivent pas rester

tributaires d'une planification non stabilisée. L'ASN observe toutefois que le site a d'ores et déjà engagé l'évacuation d'assemblages de combustible usagés afin d'atteindre au plus tôt une situation présentant le moins de risque possible ;

- le climat social du site et l'engagement de ses salariés, satisfaisants jusqu'à présent, doivent être protégés ; cela suppose notamment une planification sereine de la baisse d'effectif concomitante à l'arrêt, et une visibilité individuelle sur les mutations.

L'ASN rappelle à EDF qu'elle devra déclarer l'arrêt définitif des réacteurs dès que possible, afin de préparer au mieux leur démantèlement. EDF a transmis à l'ASN une note préliminaire d'orientation du quatrième réexamen périodique de la centrale nucléaire de Fessenheim dans la perspective d'une mise à l'arrêt définitif, ainsi qu'un plan préliminaire du démantèlement. La déclaration d'arrêt définitif devra être accompagnée d'un plan de démantèlement mis à jour ; le dossier de démantèlement devra quant à lui être transmis au plus tard deux ans après la déclaration.



Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

La [centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine](#), exploitée par EDF dans le département de l'Aube, dans la commune de Nogent-sur-Seine à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 139, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances du site de Nogent-sur-Seine rejoignent globalement l'appréciation générale des performances portée sur EDF en matière de radioprotection et qu'elles sont en retrait en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que la rigueur d'exploitation a régressé, notamment du fait de déficiences dans la préparation des activités d'exploitation.

Concernant la maintenance, l'ASN considère que les progrès constatés dans le domaine de la surveillance des interventions ne sont pas suffisants, notamment lors de la mise en œuvre des modifications des matériels. L'ASN note également des lacunes dans l'analyse de l'aptitude des équipements à être remis en service à l'issue des opérations de maintenance. Des progrès sont également attendus dans la prise en compte des exigences réglementaires en matière de prévention du risque d'incendie.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN considère que le site a entrepris de corriger les dysfonctionnements observés les années antérieures. En particulier, la préparation des chantiers de maintenance à enjeu radiologique ainsi que l'organisation pour la prise en charge des personnels contaminés se sont sensiblement améliorées. La vigilance doit par ailleurs être maintenue sur la détection et le traitement des écarts dans ce domaine.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que le site doit toujours améliorer ses performances, notamment pour la gestion interne des effluents, marquée par des lacunes dans la culture environnementale des intervenants ou dans la mise en œuvre des procédures. L'ASN a constaté des progrès concernant la gestion des déchets conventionnels mais reste attentive au respect des dispositions réglementaires concernant la gestion des déchets radioactifs.

Centre de stockage de déchets de Soullaines-Dhuys

Mis en service en janvier 1992, le [centre de stockage de déchets radioactifs de l'Aube \(CSA\)](#) a pris le relais du centre de stockage de la Manche qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son retour d'expérience. Cette installation présente une capacité de stockage d'un million de mètres-cubes de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) et constitue l'INB 149. Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m³, soit par compactage de fûts de 200 L. À la fin de l'année 2018, le volume des déchets stockés était d'environ 335 175 m³, soit 33,5% de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 dans le rapport de réexamen périodique du CSA, la saturation de la capacité du CSA pourrait intervenir à l'horizon 2062, au lieu de 2042 initialement prévu, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison.

L'ASN considère, dans la continuité des années précédentes, que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes du point de vue de la sûreté et de la radioprotection.

Inspection du travail dans les centrales nucléaires de la région Grand Est

L'ASN a procédé à 9 inspections et participé à 7 réunions ou enquêtes sur les quatre sites et a poursuivi ses actions de contrôle dans le domaine de la sécurité au travail, notamment lors des périodes d'arrêts de réacteurs. La gestion de la sécurité au travail reste globalement satisfaisante sur l'ensemble des sites. Néanmoins, l'ASN constate, comme les années précédentes, certaines lacunes dans l'application des mesures de prévention et la réalisation des

analyses de risque par l'exploitant et ses prestataires. Plus spécifiquement sur la thématique du risque électrique, l'ASN réitère ses constats sur des manquements aux obligations réglementaires dans le cadre d'inspections spécifiques. Sur le site de Cattenom, un management exigeant a été constaté en matière de sécurité au travail ; quelques écarts ponctuels sont notés. Le renforcement de la prévention du risque amiante, dont le besoin avait

été mis en lumière lors de quelques événements mineurs, fait l'objet d'une organisation dédiée afin de limiter le risque d'exposition accidentelle. Sur le site de Fessenheim, certains dépassements de la durée maximale quotidienne de travail, pouvant faire l'objet d'une dérogation pour des motifs de sûreté, soulignent la nécessité d'adopter une organisation adéquate pour en limiter l'occurrence et la durée.



Inspecteur de l'ASN au centre de stockage de l'Aube – décembre 2018

Projet de centre de stockage en couche géologique profonde

L'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#) au terme de l'instruction du dossier d'options de sûreté relatif au projet Cigéo d'installation de stockage de déchets en couches géologiques profondes (voir chapitre 14).

Par ailleurs, l'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure se sont poursuivis en 2018 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années antérieures.

En 2018, l'ASN a [autorisé la mise en service partielle de l'installation de contrôle des colis](#) permettant au CSA de disposer de moyens de contrôle plus performants de la qualité des colis reçus. La mise en exploitation complète de cette installation, prévue début 2019, nécessitera une nouvelle autorisation.

L'analyse technique du rapport de réexamen périodique du CSA, destiné notamment à évaluer la sûreté de l'installation en fonction de l'évolution prévue de ses activités sur les dix prochaines années, s'est poursuivie en 2018.



Région Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Hauts-de-France](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF;
- la Somanu (Société de maintenance nucléaire) exploitée par Framatome à Maubeuge (Nord) - INB jusqu'au 28 mai 2018 puis ICPE;



voir
p. 200

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 18 services de radiothérapie externe;
- 3 services de curiethérapie;
- 27 services de médecine nucléaire;
- 92 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
- 126 scanners;
- environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire;



voir
p. 230

des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 600 établissements industriels et de recherche, dont 29 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 3 accélérateurs de particules dont 2 cyclotrons, 38 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région, 19 entreprises utilisant des gammadensimètres et 280 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures;
- 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



voir
p. 256

des activités liées au transport de substances radioactives :

- des organismes agréés par l'ASN :
 - 4 agences d'organismes agréés dans le domaine du nucléaire de proximité.

En 2018, l'ASN a réalisé 111 inspections dans la région des Hauts-de-France, dont 21 inspections à la centrale nucléaire de Gravelines, 85 inspections dans le nucléaire de proximité et 5 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 12 interventions en matière d'inspection du travail sur la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2018, 5 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines.

Dans le nucléaire de proximité, 4 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES, auxquels s'ajoutent 9 événements concernant des traitements en radiothérapie et curiethérapie, classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO et 1 événement concernant des traitements en radiothérapie classé au niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé un procès-verbal.

Centrale nucléaire de Gravelines

La [centrale nucléaire de Gravelines](#), exploitée par EDF, est implantée dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, à 21 km à l'Est de Calais et à 15 km à l'Ouest de Dunkerque. Le site se trouve à 30 km de la Belgique et à 60 km de la Grande-Bretagne. Cette centrale nucléaire est constituée de six réacteurs à eau sous pression (900 MWe) d'une puissance totale de 5 400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent l'appréciation générale des performances portée sur EDF. Des progrès ont été observés en 2018 sur la rigueur d'exploitation.

En matière de sûreté nucléaire, la centrale nucléaire de Gravelines a progressé en 2018 dans les domaines du pilotage des réacteurs et du respect des procédures. Le site doit toutefois rester vigilant sur la maîtrise des mises en configuration de circuits et en matière de fiabilisation des pratiques.



Sur le plan de la maintenance, l'année 2018 a été marquée par la réalisation de la [troisième visite décennale du réacteur 6](#) (dernier réacteur du site à passer sa troisième visite décennale). Par ailleurs, l'état de certaines installations (notamment les stations de pompage, présentant des phénomènes récurrents de corrosion) et, plus globalement, l'état des locaux, sont à améliorer. Une implication de tous les agents est nécessaire pour détecter et signaler les écarts.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Gravelines est en retrait par rapport au parc; elle doit notamment mieux maîtriser le traitement des eaux usées du site. En 2018, l'ASN a procédé à l'adaptation des [prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de rejets dans l'environnement des effluents de la centrale de Gravelines](#), notamment pour permettre la réalisation des essais de pompage en nappe préalables à la mise en place du dispositif d'appoint ultime en eau.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN continue de noter des faiblesses dans la maîtrise des accès à certaines zones présentant des risques d'exposition radiologique. Des progrès sont également attendus dans ce domaine au niveau de la détection et du traitement des écarts.

En matière de transport, la centrale de Gravelines doit être vigilante quant au respect des règles d'arrimage des colis lors des transports internes au site.

Le fait marquant de l'année 2018, en matière de contrôle de l'ASN sur ce site, a été une [inspection de revue menée du 14 au 18 mai](#) par une équipe de dix inspecteurs venus de toute la France et pilotée par l'Inspecteur en chef de l'ASN. Outre la participation des experts techniques de l'IRSN, on peut noter celle de deux observateurs de l'autorité de contrôle belge (AFCN et BelV) ainsi que celle de trois membres de la CLI de Gravelines. Cette inspection a fait l'objet d'un [film visible sur asn.fr](#).



Inspection de revue de l'ASN à la centrale nucléaire de Gravelines - mai 2018

Société de maintenance nucléaire de Maubeuge

La [Société de maintenance nucléaire](#) (Somanu) est implantée dans la zone industrielle de Grévaux-les-Guides, sur le territoire de la ville de Maubeuge, dans le département du Nord. Cet atelier réalise des activités de réparation, d'entretien et d'expertise de matériels ou activités provenant principalement des réacteurs nucléaires, à l'exclusion des éléments de combustible. La Somanu constituait l'[INB 143](#).

Après réexamen des quantités de substances radioactives mises en œuvre par la Somanu, le ministère de la Transition écologique et solidaire et l'ASN ont pris acte que l'INB relève désormais du régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), elle est donc sortie du périmètre de contrôle de l'ASN.

Inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines

Douze interventions ont été réalisées, au cours de l'année 2018, au titre de l'inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines. Les inspections se sont réparties entre des inspections menées sur les chantiers de maintenance, réalisées au cours des arrêts de réacteurs, et des inspections thématiques (travail en hauteur, conformité électrique, levage). Des rencontres ont également été organisées avec la direction, des salariés et des représentants du personnel.

Sur le plan de l'hygiène et de la sécurité, l'ASN reste vigilante à la formation des intervenants effectuant des travaux en hauteur et aux précautions à prendre lors du levage de charges. Contrairement à 2017, aucun accident grave n'a été à déplorer.



Région Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport des substances radioactives dans les 8 départements de la région [Île-de-France](#). La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les installations nucléaires de base dans cette région.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :
 - le centre CEA de Saclay, comprenant notamment les réacteurs d'expérimentation Osiris et Orphée ;
 - l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay ;
 - le centre CEA de Fontenay-aux-Roses ;



- des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :
 - 26 services de radiothérapie externe ;
 - 14 services de curiethérapie ;
 - 40 services de médecine nucléaire in-vivo et 16 services de médecine nucléaire in-vitro (biologie médicale) ;
 - 153 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées ;
 - plus de 200 établissements détenant au moins un scanner ;



- environ 850 cabinets de radiologie médicale ;
- environ 8 000 appareils de radiologie dentaire ;
- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche contrôlées par la division de Paris :



- environ 650 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire ;
- 9 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie ;
- environ 160 autorisations relatives à des activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées ;
- des activités liées au transport de substances radioactives ;
- des organismes agréés par l'ASN :
 - 12 organismes agréés pour les contrôles de radioprotection.

En 2018, l'ASN a réalisé 202 inspections dans la région Île-de-France, dont 42 inspections dans le domaine de la sûreté nucléaire, 151 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité et 9 inspections sur le thème du transport de substances radioactives.

En Île-de-France, 4 événements significatifs relatifs à la sûreté (ESS) dans le domaine des INB ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. Dans le nucléaire de proximité, 3 événements significatifs relatifs à la radioprotection (ESR) ont été classés au niveau 1. À ceux-ci s'ajoutent 10 événements concernant les patients en radiothérapie classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé deux procès-verbaux.

Site de Saclay

Centre du CEA de Saclay

Le centre d'études de Saclay, d'une superficie de 223 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6 000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Huit INB sont implantées dans ce centre. Il accueille également une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (institut de formation) et



deux entreprises à vocation industrielle: Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

Les installations industrielles et de recherche

Réacteurs Osiris et ISIS – Centre du CEA

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance autorisée de 70 mégawatts thermique (MWth), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

Sa maquette critique, le réacteur ISIS, d'une puissance de 700 kWth, sert aujourd'hui essentiellement à des activités de formation. Ces [deux réacteurs](#) ont été autorisés par le [décret du 8 juin 1965](#) et composent l'INB 40.

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le CEA a prévu la poursuite du fonctionnement du réacteur ISIS jusqu'en mars 2019. En octobre 2018, le CEA a déposé son dossier de démantèlement pour l'ensemble de l'installation: le réacteur Osiris et le réacteur ISIS.

Depuis l'arrêt du réacteur Osiris, les opérations d'évacuation des substances radioactives et des matières dangereuses et les opérations de préparation du démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état du réacteur. Les évacuations des combustibles usés se sont poursuivies en 2018 et deux opérations principales de préparation au démantèlement ont été autorisées par décisions de l'ASN. Des améliorations de la protection de l'installation contre l'incendie sont par ailleurs en cours de mise en œuvre.

Les inspections menées par l'ASN en 2018 ont montré que la gestion des sources radioactives et la surveillance des intervenants extérieurs étaient satisfaisantes. La conduite des opérations de préparation du démantèlement est apparue également satisfaisante, mais des glissements de plannings sont constatés. Par ailleurs, des échéances de mises à jour des référentiels doivent être mieux respectées afin que les règles qui sont applicables à l'installation soient cohérentes avec l'état réel de l'installation.

Réacteur Orphée – Centre du CEA

Le [réacteur Orphée \(INB 101\)](#), réacteur source de neutrons, est un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le [décret du 8 mars 1978](#)

et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il est équipé de neuf canaux horizontaux, tangentiels au cœur, permettant l'usage de 19 faisceaux de neutrons. Ces faisceaux servent à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur dispose également de dix canaux verticaux permettant l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux. L'installation de neutronographie est, quant à elle, destinée à la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le CEA a prévu l'arrêt du réacteur Orphée fin 2019. Le dossier de démantèlement, attendu avant la fin 2019, fera l'objet d'une instruction par l'ASN.

L'ASN considère que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est globalement satisfaisant. L'organisation de l'exploitant est par ailleurs appropriée. Les engagements pris par l'exploitant sont correctement mis en œuvre, notamment ceux issus du dernier réexamen périodique.

Toutefois, la rigueur d'exploitation des tours aéro-réfrigérantes doit être améliorée. De même, l'ASN a constaté un certain nombre d'écarts concernant la radioprotection, en particulier concernant l'affichage du zonage radiologique et des mesures de maîtrise de la contamination.

Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés – Centre du CEA

Le LECI a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'installation nucléaire de base le 8 janvier 1968 par le CEA. Une [extension a été autorisée en 2000](#). Le [LECI \(INB 50\)](#) constitue un outil d'expertise pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du cycle du combustible, mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la décision du [30 novembre 2016 \(modifiée le 26 juin 2017\)](#), la poursuite de fonctionnement de l'installation au travers de prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'améliorations que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les temps. L'ASN sera particulièrement attentive au respect des échéances associées aux travaux de renforcement pour assurer la tenue au séisme du bâtiment 625 (fin du 1^{er} semestre 2021).

Les inspections menées en 2018 ont montré une exploitation satisfaisante de l'installation. Plus particulièrement, la gestion de la radioprotection et celle de la criticité sont apparues bien maîtrisées.

Néanmoins, l'ASN constate une augmentation du nombre de déclarations d'incidents en 2018 et sera vigilante sur le retour d'expérience qui en sera réalisé.



Irradiateur Poséidon – Centre du CEA

L'[Installation Poséidon](#) (INB 77), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet des études et des prestations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical.

Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

Le CEA a procédé en 2017 et 2018 à des modifications de l'installation permettant la suppression du risque de défaillance de mode commun des chaînes câblées des dispositifs Pagure et Vulcain, et l'amélioration du contrôle d'accès aux casemates Poséidon et Pagure. La gestion de ces modifications a été examinée en 2018 par l'ASN, dans le cadre d'une inspection, et s'avère satisfaisante.

Par ailleurs, l'ASN considère que l'INB 77 est exploitée de façon satisfaisante du point de vue de la radioprotection, notamment en ce qui concerne le suivi dosimétrique des intervenants. L'organisation pour le suivi en service des équipements sous pression doit en revanche être améliorée.

Les installations de traitement des déchets solides et des effluents liquides

Le CEA exploite des installations de nature diverse : des laboratoires liés aux recherches sur le cycle du combustible et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

Zone de gestion de déchets solides radioactifs – Centre du CEA

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (INB 72) a été autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#). Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le [conditionnement](#) et l'[entreposage](#) des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques...) en attente d'évacuation.

Le CEA rencontre des difficultés, depuis plusieurs années, pour assurer le respect des prescriptions fixées par l'ASN et des engagements qu'il a pris au titre du réexamen périodique de 2009 ou à la suite d'inspections.

En 2017, compte tenu des retards dans les opérations de désentreposage, le CEA a demandé une modification des échéances prescrites dans la [décision n° 2010-DC-0194 de l'ASN du 22 juillet 2010](#), notamment le report au 31 décembre 2022 de l'échéance d'arrêt définitif de l'installation afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay. L'ASN sera attentive à la justification des nouvelles échéances demandées pour achever les désentreposages. Elle fixera en particulier les conditions de poursuite de fonctionnement de l'installation à la suite de l'instruction du réexamen périodique (dont le rapport a été transmis en 2017), qui est réalisée en cohérence avec l'instruction du dossier de démantèlement transmis en 2015 et complété en 2017.

Au vu des contrôles réalisés en 2018, l'ASN estime que le niveau de sûreté de l'installation est acceptable. Les opérations de désentreposage se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes, malgré les décalages de calendrier. Toutefois, l'année a été marquée par plusieurs événements significatifs concernant la perte d'intégrité de fûts de déchets, qui traduisent la nécessité de mieux maîtriser leurs conditions d'entreposages.

Enfin, de manière plus générale, dans la perspective de l'arrêt définitif et du démantèlement programmé de l'INB 72, l'ASN sera attentive à l'organisation proposée et aux moyens engagés par le CEA pour traiter à l'avenir les déchets solides du site de Saclay.

Zone de gestion des effluents liquides – Centre du CEA

La [zone de gestion des effluents liquides](#) constitue l'[INB 35](#). Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par [décret du 8 janvier 2004](#), le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée [Stella](#), ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Andra.

Le procédé de concentration a été mis en service en 2010, mais la fissuration des premiers colis produits a conduit l'ASN à limiter les opérations de conditionnement. Le CEA n'a procédé qu'au conditionnement de certains effluents, issus d'une cuve de l'installation qui contient 40 m³ de concentrats. Le CEA a progressé depuis dans la définition de sa solution de conditionnement de l'ensemble des effluents de l'installation. Ainsi, en juin 2018, l'Andra a autorisé le conditionnement de ces concentrats selon l'agrément 12H.



Le CEA doit désormais demander à l'ASN l'autorisation de fabriquer ces colis.

Des investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité – FA (local 97) ont conduit le CEA à suspendre, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB. L'ASN estime que le CEA doit clarifier sa stratégie de gestion des effluents liquides produits sur le site de Saclay, en particulier concernant le devenir du local 97 et la gestion des effluents générés par l'INB 35 elle-même.

Par ailleurs, le décret du 8 janvier 2004 autorisant la création de Stella disposait également que le CEA évacue sous dix ans les effluents anciens entreposés dans les huit cuves dites MA500 et la cuve HA4 de l'INB 35. Du fait des difficultés techniques rencontrées dans la reprise et le conditionnement de ces déchets, le CEA n'a pas été en mesure de respecter les différentes échéances prescrites et a demandé un report d'échéance. Fin 2018, la cuve HA4 et 7 des cuves MA500 sont vides. Les opérations préparatoires pour la vidange de la dernière cuve MA500 ont débuté.

Plusieurs opérations de reprise d'effluents anciens et les dépôts de dossiers associés sont programmés par le CEA en 2019.

Au vu des contrôles réalisés en 2018, l'ASN souligne la bonne maîtrise de la surveillance de l'intégrité des barrières et de la conduite accidentelle. De plus, l'exploitant a trouvé de manière réactive une solution alternative pour pallier l'indisponibilité de la chaudière de l'installation, dans l'attente de son remplacement en fin d'année 2018.

En revanche, l'organisation et les moyens de crise peuvent être améliorés et l'étude des risques d'incendie, réalisée dans le cadre du réexamen, doit être complétée.

Les installations en démantèlement du centre CEA de Saclay

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 18 et 49) définitivement arrêtées et trois INB (INB 35, 40 et 72) en fonctionnement comportant des parties ayant cessé leur activité, et dans lesquelles des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées. Elles concernent également deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) (EL2 et EL3), qui étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets de faible activité à vie longue. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA fait l'objet d'une instruction par l'ASN (voir chapitre 13).

Réacteur Ulysse – Centre du CEA

Ulysse est le premier réacteur universitaire français. L'installation, qui constitue l'INB 18, est arrêtée définitivement depuis février 2007 et ne contient plus de combustible depuis 2008. Le [décret de démantèlement de l'INB](#) a été publié le 21 août 2014 et prévoit une durée de démantèlement de cinq ans. Les enjeux en matière de sûreté de cette installation sont limités.

À la suite de l'autorisation accordée par l'ASN début 2017, la découpe du massif en béton du bloc-réacteur, ultime étape des chantiers nucléaires, a débuté en juillet 2017. La première phase de découpe de la partie « conventionnelle » du bloc-réacteur s'est terminée en avril 2018. La seconde phase, qui correspond à la découpe de la partie « nucléaire », est en cours et se terminera début 2019, avant l'étape d'assainissement final.

L'évacuation d'une centaine de blocs de béton issus de la première phase de découpe est prévue au premier semestre de 2019. L'ASN s'assurera, au préalable, du respect des critères d'assainissement prévus.

Laboratoire de haute activité – Centre du CEA

Le [laboratoire de haute activité](#) (LHA) comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'INB 49. À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement, autorisés par [décret du 18 septembre 2008](#), seuls deux laboratoires, en exploitation aujourd'hui, devraient subsister à terme sous le régime ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

En 2018, les opérations de démantèlement de la chaîne blindée TOTEM, dans la cellule n° 10, et celles d'assainissement des cellules n° 11 et 15 se sont poursuivies.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le [décret autorisant le démantèlement du LHA](#). La découverte, en 2017, de pollution dans certaines cours inter-cellules conduit également à faire évoluer les opérations à réaliser. Un dossier de modification du décret de démantèlement doit donc être établi par l'exploitant. L'ASN sera attentive à la justification de l'échéance et des conditions de sécurité des opérations à venir.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement doit être amélioré. L'année 2018 a été marquée par des événements significatifs liés au risque d'incendie. À titre d'exemple, le CEA a déclaré un [événement de niveau 1 sur l'échelle INES](#) pour des dysfonctionnements du système de détection automatique d'incendie, qui ont conduit l'exploitant à suspendre les travaux en cours dans les locaux concernés.



Les inspections de l'installation ont permis de confirmer des améliorations dans la gestion des zones d'entreposage de déchets. Toutefois, l'ASN a noté des défaillances en matière de surveillance des opérations effectuées par des entreprises extérieures, de gestion des écarts et de suivi de la réalisation des contrôles et essais périodiques. L'ASN sera attentive à la réalisation d'actions correctives sur ces sujets.



Usine de production de radioéléments artificiels

L'[UPRA](#) constitue l'INB 29. Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition de Mallinckrodt Nuclear Medecine LCC, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France, Pays-Bas).

Appréciation du centre CEA de Saclay

Depuis 2017, les centres de Saclay et de Fontenay-aux-Roses ont été regroupés au sein d'un centre unique (CEA Paris-Saclay). Une nouvelle organisation a également été mise en œuvre en 2017 afin d'améliorer la gestion des projets de démantèlement, avec la création du service des installations en assainissement-démantèlement. L'ASN a été vigilante, pendant cette période de consolidation de ces nouvelles organisations, au maintien de la maîtrise de la sûreté et de la radioprotection dans les INB de Saclay. L'ASN considère que les INB du centre de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes. L'organisation est également efficace pour gérer les flux de transports, importants et très divers quant aux types de colis et de leurs contenus.

Toutefois, le CEA rencontre encore des difficultés dans la réalisation de prescriptions techniques dans les échéances fixées par l'ASN. Les opérations de démantèlement, de reprise et de conditionnement des déchets prennent du retard. L'ASN considère que l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées et que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement.

Les contrôles réalisés par l'ASN en 2018 ont montré la nécessité, pour le CEA, de renforcer sa vigilance sur la gestion du risque incendie au sein des INB. Cela concerne aussi bien la démonstration de maîtrise des risques que la réalisation des contrôles périodiques qui garantissent le bon fonctionnement des équipements concourant à la protection incendie.

La révision du plan d'urgence interne (PUI) n'a toujours pas abouti en 2018. Sa mise à jour permettra de disposer d'une estimation actualisée des risques que présentent les installations nucléaires de Saclay compte tenu de la

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. L'INB 29 a également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de CIS bio international doit encore significativement progresser. En 2018, l'ASN a certes constaté les efforts de l'exploitant pour rendre son organisation et ses processus de fonctionnement plus efficaces. Toutefois, les résultats restent insuffisants.

À l'instar des années précédentes, le nombre élevé d'événements significatifs, dont les causes comprennent systématiquement des défaillances organisationnelles et humaines, traduit une culture de sûreté en exploitation insuffisante et est révélateur du manque d'implication de la direction pour la bonne prise en compte des facteurs organisationnels et humains. Le respect des exigences des règles d'exploitation ainsi que la surveillance des activités doivent être améliorés,

diminution du risque liée à l'arrêt du réacteur Osiris.

À l'issue de l'instruction et de l'approbation du PUI, l'ASN sera par ailleurs en mesure d'apprécier la possibilité d'implantation, à proximité du site du CEA, d'établissements destinés à recevoir du public en nombre important.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN avait lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté des installations nucléaires.

En particulier, les moyens de gestion de crise des centres avaient été examinés pour le centre de Saclay. L'ASN a prescrit en 2015 la réalisation de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions extrêmes. Face aux retards avérés dans la mise en œuvre des nouveaux bâtiments de gestion de crise, les mesures compensatoires proposées par le CEA devront être rapidement opérationnelles.

Un exercice de crise national a été organisé au mois de décembre 2018. Il avait pour but de tester les dispositifs prévus, tant par les pouvoirs publics que par l'exploitant, en cas d'accident survenant dans une INB. Cet exercice s'est tenu sur deux journées. La première à dominante « sûreté nucléaire » a été organisée autour d'un scénario d'accident non connu des participants qui concernait l'INB 101 (réacteur Orphée) et a conduit à la mobilisation de l'organisation de crise (centre opérationnel départemental de la préfecture de l'Essonne, centre d'urgence de l'ASN, centre technique de crise de l'IRSN, poste de commandement direction du Centre CEA de Saclay et centre de coordination en cas de crise du CEA). L'ASN estime que cet exercice a permis d'identifier plusieurs faiblesses dans l'organisation de crise du CEA, qui devront être corrigées. La seconde journée, à dominante « sécurité civile », a permis à la préfecture de l'Essonne, avec l'appui des acteurs territoriaux, de préparer la mise en œuvre des actions de protection des populations.



en particulier la gestion des contrôles et essais périodiques, le traitement des écarts et le suivi des actions de maintenance. À titre d'exemple, un événement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré par CIS bio International pour des défaillances dans la gestion et la traçabilité des contrôles et essais périodiques.

Malgré les efforts entrepris depuis la fin de l'année 2016, l'ASN a également constaté que l'exploitant avait des difficultés, compte tenu des retards accumulés ces dernières années, à respecter les prescriptions issues du précédent réexamen périodique. Par [décision n° 2018-DC-0628 du 15 mars 2018](#), l'ASN a mis en demeure CIS bio international de se conformer aux prescriptions non respectées, en fixant des échéances à mi-2018 et fin 2018. L'ASN a vérifié en inspection le bon respect de ces nouvelles échéances.

Par ailleurs, la mise en application de nouvelles dispositions réglementaires n'est pas anticipée de façon satisfaisante. Cela a notamment conduit l'ASN à mettre en demeure, par [décision n° 2018-DC-0629 du 15 mars 2018](#), CIS bio international d'établir une étude sur la gestion des déchets et des règles générales d'exploitation associées qui soient conformes à la [décision n° 2015-DC-0508](#).

Enfin, des études complémentaires relatives aux conséquences des situations accidentelles sont en cours d'instruction. À moyen terme, les risques engendrés par l'installation seront significativement réduits. Cette réduction sera due aux arrêts de l'activité liée aux sources scellées usagées de haute activité et des productions de radiopharmaceutiques à base d'iode-131. Ces évolutions de fonctionnement, qui ont pour échéance la fin de l'année 2019, seront examinées lors de l'instruction du rapport de réexamen déposé au 2^e semestre 2018.

D'une manière générale, l'ASN attend un redressement pérenne de CIS bio international. La rigueur d'exploitation, la culture de sûreté, le contrôle des opérations, la transversalité du fonctionnement de l'organisation ainsi que le respect du référentiel de l'installation et des décisions de l'ASN doivent être renforcés.

Centre du CEA de Fontenay-aux-Roses

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le [site de Fontenay-aux-Roses](#) poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le centre de Fontenay-aux-Roses est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans

les années 1980-1990. L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et d'entreposage de déchets radioactifs anciens et provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA fait l'objet d'une instruction par l'ASN (voir chapitre 13).

Installation Procédé et installation Support – Centre du CEA

Le démantèlement de ces deux installations, qui constituent respectivement l'[INB 165](#) et l'[INB 166](#), a été autorisé par deux [décrets du 30 juin 2006](#). La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN que, en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement se prolongerait au-delà de 2030 et a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis au 1^{er} trimestre 2018 la nouvelle version des dossiers visant à proroger l'autorisation des opérations de démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses.

L'année 2018 a vu un glissement dans la réalisation des études, dans la programmation de projets et dans le calendrier des opérations de démantèlement. Ainsi, les compléments du plan urgence interne attendus en 2017 n'ont été transmis à l'ASN qu'à la fin de l'année 2018 et seront instruits en 2019.

Appréciation du centre CEA de Fontenay-aux-Roses

L'ASN constate que le CEA a de nouveau de nombreuses difficultés à respecter les échéances des projets structurants pour la sûreté. L'ASN attend du CEA une amélioration de la qualité des études transmises, qui doivent être autoportantes et comporter des analyses plus approfondies.

La maîtrise du risque d'incendie reste un enjeu majeur. En 2018, l'ASN a enregistré des améliorations ; des éléments de démonstration de la maîtrise de ce risque ont été fournis par le CEA en fin d'année. Par ailleurs, le respect de la qualification des équipements et la surveillance des rejets sont satisfaisants, mais le respect des engagements et la maîtrise du confinement restent à améliorer. De même, la détection des écarts et la surveillance des prestataires ont des marges de progrès. En revanche, l'ASN relève la réactivité du personnel et une bonne organisation sur les différents thèmes inspectés, notamment sur la gestion des déchets.



Région Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les cinq départements de la région [Normandie](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- les centrales nucléaires exploitées par EDF de Flamanville (2 réacteurs de 1 300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1 300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1 300 MWe) ;
- le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3 ;
- l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano Cycle de La Hague ;
- le Centre de stockage de la Manche de l'Andra ;
- le Ganil (grand accélérateur national d'ions lourds) à Caen ;



voir
p. 200

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe (21 appareils) ;
- 1 service de protonthérapie ;
- 3 services de curiethérapie ;
- 11 services de médecine nucléaire ;
- 35 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles ;
- 66 scanners ;
- environ 2 100 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



voir
p. 230

des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 18 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle ;
- 1 cyclotron ;
- 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région ;
- 10 entreprises utilisant des gammadensimètres ;
- 150 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures ;
- environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



voir
p. 256

des activités liées au transport de substances radioactives ;

des laboratoires et organismes agréés par l'ASN, notamment :

- 9 sièges de laboratoires agréés pour les mesures de la radioactivité de l'environnement ;
- 3 sièges d'organismes agréés pour les contrôles en radioprotection.

En 2018, l'ASN a réalisé 203 inspections en Normandie, dont 62 inspections dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 20 inspections sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 67 inspections dans les installations du cycle du combustible, de recherche ou en démantèlement, 46 inspections dans le nucléaire de proximité et 8 dans le domaine du transport de substances radioactives.

En outre, 46 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

Au cours de l'année 2018, 14 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN. En outre,

7 événements classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO ont été déclarés par les responsables des services de radiothérapie de Normandie.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé deux procès-verbaux.

Centrale nucléaire de Flamanville

La [centrale nucléaire de Flamanville](#), exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur la commune de Flamanville à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'INB 108, le réacteur 2 l'INB 109.



L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF.

L'ASN a néanmoins relevé en 2018, au cours de son contrôle de l'arrêt de réacteur, diverses insuffisances tendant à traduire le fait qu'un renforcement du management de la sûreté est nécessaire pour le suivi des arrêts. L'ASN estime que la qualité des dossiers de demande d'autorisation doit également être améliorée et leur transmission davantage anticipée.

Concernant la visite décennale qui a eu lieu sur le réacteur 1, l'ASN considère que la préparation et le suivi des travaux et des opérations de maintenance doivent être sensiblement améliorés. L'ASN estime que l'exploitant doit également améliorer le suivi du processus de redémarrage du réacteur lui permettant d'assurer le respect du référentiel de sûreté. L'ASN estime enfin que les contrôles internes sur les activités réalisées doivent être améliorés.

Concernant l'exploitation et la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site sont globalement satisfaisantes mais que les efforts menés doivent être poursuivis pour l'analyse des essais périodiques.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que l'organisation mise en place est satisfaisante lors du fonctionnement des réacteurs. Il conviendrait cependant d'améliorer, lors des arrêts de réacteur, la gestion des accès en zone orange et la surveillance des personnels en contrat à durée déterminée ou intérimaires, ainsi que la maîtrise des conditions d'entreposage de matériels contaminés.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la gestion des rejets et des déchets est satisfaisante. La gestion des déchets pendant les arrêts de réacteur doit cependant être encore améliorée.

Centrale nucléaire de Paluel

La [centrale nucléaire de Paluel](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, dans la commune de Paluel à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Paluel en matière de sûreté nucléaire et de

radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF et que les performances sont plus satisfaisantes pour la protection de l'environnement.

Concernant l'exploitation et la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site sont globalement satisfaisantes, même si la programmation des essais périodiques doit être réalisée de manière plus rigoureuse, notamment lors des arrêts de réacteur. L'ASN estime qu'il conviendrait d'améliorer la gestion des inhibitions de la détection incendie et la qualité des analyses de risque lors des interventions. Enfin, l'ASN estime nécessaire de poursuivre l'amélioration de la rigueur relative à la préparation et au contrôle des activités de maintenance.

Concernant le réacteur 2, la visite décennale débutée en mai 2015 s'est terminée en juillet 2018. L'ASN considère que les opérations de réparation sur les équipements impactés par la chute du générateur de vapeur en 2016 ont été réalisées de manière satisfaisante. Le réacteur 2 est le premier du palier 1 300 MWe pour lequel EDF a procédé au remplacement des générateurs de vapeur. L'ASN considère que les opérations de requalification menées, dont l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal, ont été réalisées de manière satisfaisante. Enfin, l'ASN a contrôlé la résorption des diverses difficultés matérielles lors du redémarrage du réacteur arrêté depuis plus de trois ans.

Concernant le réacteur 3, l'ASN considère que cet arrêt s'est déroulé de façon globalement satisfaisante, même si sa durée s'est allongée compte tenu d'un aléa rencontré au niveau du couvercle de la cuve du réacteur. L'ASN relève également qu'il conviendrait d'améliorer la prise en compte de l'évolution de la corrosion sur les équipements situés à l'extérieur des bâtiments.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que l'organisation mise en place est satisfaisante lors du fonctionnement des réacteurs. Il conviendrait cependant d'améliorer, lors des arrêts de réacteur, la gestion des entrées en zone contrôlée et la maîtrise du risque de contamination. Plusieurs événements significatifs traduisent un manque de culture de radioprotection de certains intervenants.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la gestion des rejets et des déchets est satisfaisante. Le site a fait en 2018 un effort significatif pour améliorer l'étanchéité de ses groupes frigorifiques. La gestion des entreposages des déchets radioactifs dans le bâtiment dédié doit par contre être encore améliorée.

Centrale nucléaire de Penly

La [centrale nucléaire de Penly](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, dans la commune de Penly à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.



Inspection de l'ASN à la centrale nucléaire de Penly sur le thème du séisme – mai 2017

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF. Cependant, l'exploitant doit poursuivre les efforts qu'il a menés en 2018 au titre du management de la sûreté, notamment pour ce qui concerne la gestion des écarts.

Concernant l'exploitation et la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site sont globalement satisfaisantes. L'ASN estime qu'une attention particulière doit être portée à la préparation des activités de conduite afin de renforcer la rigueur lors des interventions sur les matériels et lors des essais périodiques. La gestion des procédures de conduite appelées dans les phases de conduite incidentelle ou accidentelle doit également être améliorée.

Concernant les arrêts pour simple rechargement en combustible des deux réacteurs, qui ont été marqués par des aléas techniques nécessitant des réparations prolongées, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Penly doit progresser dans la préparation des interventions ainsi que dans le contrôle et la surveillance des activités de maintenance.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que l'organisation mise en place doit continuer à progresser. La prise en compte des enjeux de radioprotection apparaît contrastée et l'ASN relève encore de nombreux écarts lors des inspections de chantier. L'exploitant doit également poursuivre les efforts engagés pour améliorer la connaissance et la prise en compte du risque radiologique par les intervenants des entreprises prestataires.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la gestion des rejets et des déchets est satisfaisante; l'exploitant a fait en 2018 un effort significatif pour évacuer des déchets. L'ASN relève également une augmentation du nombre de défaillances de matériels de mesure concourant à la surveillance des rejets et de l'environnement.

Chantier de construction du réacteur EPR – Flamanville 3

Après délivrance du [décret d'autorisation de création n° 2007-534 du 10 avril 2007](#) et du permis de construire, les [travaux de construction du réacteur Flamanville 3](#) ont débuté au mois de septembre 2007.

En 2018, les activités de montage électromécanique se sont poursuivies, avec notamment l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal de la chaudière nucléaire, la poursuite des montages des circuits secondaires principaux et des circuits auxiliaires, des activités de modifications du contrôle-commande de l'installation et des opérations de tirage de câbles et de raccordement électrique. Des phases importantes d'essais de démarrage se sont déroulées, avec notamment les essais à froid, les essais fonctionnels cuve ouverte et la poursuite des essais préliminaires aux essais à chaud. L'ASN a assuré un contrôle spécifique de ces opérations et a également contrôlé les mesures prises en matière de protection de l'environnement et de préparation à l'exploitation du réacteur.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la réalisation des essais de démarrage a été globalement satisfaisante en 2018. Néanmoins, malgré des améliorations de l'organisation d'EDF relative aux essais de démarrage, d'importants efforts doivent se poursuivre sur l'atteinte des prérequis définis pour la réalisation des essais de démarrage et la documentation des justifications associées sur la représentativité de ces essais. En 2019, l'ASN poursuivra son action de contrôle sur ces thèmes, en particulier sur la préparation de l'exploitation, les essais de démarrage et la mise en conformité des circuits secondaires principaux.

L'ASN a contrôlé l'organisation d'EDF sur le chantier pour la protection de l'environnement, notamment sur la gestion des déchets enfouis découverts sur le site en 2017 et sur la prise en compte des nouvelles prescriptions liées à la mise en application de ses décisions [n° 2018-DC-0639](#)

Inspection du travail dans les centrales nucléaires de la région Normandie

L'ASN a mené des actions de contrôle portant sur les conditions d'hygiène et de sécurité lors des opérations de maintenance et de construction ainsi que sur la gestion de la sous-traitance dans les centrales nucléaires.

L'ASN a notamment contrôlé les conditions entourant la survenue de plusieurs accidents du travail, dont une électrisation et l'isolement prolongé pendant plusieurs jours d'une victime d'un malaise grave. Des actions de contrôles sur plusieurs centrales ont également été menées pour suivre la remise en conformité de machines de manutention de combustible dans les bâtiments réacteurs et la prise en compte du risque d'explosion.



et [n° 2018-DC-0640 du 19 juillet 2018](#). L'ASN note de nombreux événements concernant l'environnement durant l'année 2018 qui démontrent une prise en compte insuffisante des risques pour l'environnement lors du déroulement des essais de démarrage.

L'ASN poursuit son contrôle de l'organisation mise en œuvre par les équipes chargées de la future exploitation du réacteur Flamanville 3, notamment sur la préparation à la conduite de l'installation, à la maîtrise du risque d'incendie et à la protection de l'environnement. L'ASN considère sur ce point qu'un travail conséquent reste à accomplir. Au vu du planning actuel d'EDF, cette organisation devrait faire l'objet d'un contrôle approfondi de l'ASN en 2019.

Les montages électromécaniques se sont poursuivis en 2018 et ont été marqués par deux points majeurs relatifs aux tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur :

- la poursuite de l'instruction des écarts relatifs à l'absence de prise en compte des exigences spécifiques de la démarche d'exclusion de rupture préalablement à la fabrication et au montage de ces équipements ;
- la découverte de défauts de soudures non détectés lors des contrôles de fin de fabrication.

Ces points font l'objet d'une instruction approfondie de l'ASN qui s'appuie sur plusieurs inspections réalisées en 2018 permettant de conforter l'analyse des causes profondes des écarts détectés et la vérification de la mise en œuvre d'actions correctives adéquates pour la réalisation des réparations des soudures concernées. Au vu des lacunes importantes de la surveillance d'EDF sur les intervenants extérieurs, l'ASN a demandé la réalisation d'une revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville. Par ailleurs, la démarche proposée par EDF pour traiter les anomalies détectées dans les soudures des tuyauteries principales des circuits vapeurs est en cours d'instruction. L'ASN rendra son avis sur l'acceptabilité de cette démarche en 2019.

L'ASN assure les missions d'inspection du travail sur le chantier de Flamanville 3. En 2018, l'ASN a contrôlé le respect par les entreprises intervenant sur le chantier des dispositions relatives aux droits du travail. L'observation des règles de sécurité applicables ont notamment fait l'objet d'un contrôle régulier. L'ASN a également répondu à des sollicitations directes de la part de salariés, réalisé des enquêtes consécutives à la survenue d'accidents du travail et instruit ou co-instruit des demandes de dérogations à des dispositions relevant de la réglementation du travail. Enfin, l'ASN a mené plusieurs actions de contrôle des dispositions réglementaires régissant les opérations de détachement transnational de travailleurs.

Centre de stockage de la Manche

Mis en service en 1969, le [centre de stockage de la Manche](#) (CSM) fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m³ de colis de déchets y sont stockés. L'arrivée de nouveaux déchets au CSM a cessé en juillet 1994.

En application du [décret n° 2016-846 du 28 juin 2016](#), le CSM, géré par l'Andra, est considéré comme étant en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance du CSM.

L'ASN considère que l'état et l'exploitation des installations sont satisfaisants. L'Andra doit cependant poursuivre ses efforts pour renforcer la stabilité de la couverture et la suppression des infiltrations résiduelles d'eau en bord de stockage. En particulier, après l'instruction du dossier d'orientations de réexamen périodique, l'ASN a formulé fin 2017 des demandes portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne et du dispositif mémoriel du CSM, ainsi que sur la mise à jour de l'étude d'impact.

L'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre sur le site pour maîtriser les opérations préalables à la fermeture du centre, d'une part, et pour préserver l'état des systèmes, matériels et bâtiments, d'autre part, est satisfaisante. Toutefois, l'exploitant devra montrer plus de rigueur en ce qui concerne la réalisation des contrôles techniques des activités.

Grand accélérateur national d'ions lourds

Le groupement d'intérêt économique [Ganil](#) a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen (INB 113). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

En 2017, le GANIL a demandé une modification des échéances de six des dix prescriptions de la [décision ASN n° 2015-DC-0512 du 11 juin 2015](#) relative à son premier réexamen périodique. L'instruction de cette demande s'est poursuivie en 2018. Par ailleurs, l'ASN a constaté que les études et certains travaux de mise en conformité liés aux dispositifs de détection et de lutte contre l'incendie étaient engagés. L'exploitant devra veiller à ce que ces travaux soient réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet Spiral 2. L'ASN a délivré une autorisation de mise en service partielle de ce projet en octobre 2014. Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service complète, l'ASN a demandé à l'exploitant d'apporter des compléments, qui ont été transmis et qui ont permis la poursuite de cette instruction.



Le Ganil doit poursuivre ses efforts pour le suivi des travaux de mise en conformité et des procédures liées à la radioprotection des travailleurs, pour le suivi de ses engagements et des demandes et prescriptions de l'ASN et, plus globalement, pour la mise à jour de son système de gestion intégrée. Le Ganil doit également adapter son organisation en vue de la mise en service de la phase 1 du projet Spiral 2.

Site de La Hague

L'établissement Orano de La Hague est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

Usines de retraitement Orano Cycle de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Cycle.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par [deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015](#).

Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière (voir chapitre 11). On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en Colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux

de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en Colis standards de déchets compactés (CSD-C). Par ailleurs, ces opérations de retraitement, détaillées dans le chapitre 11, mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides, ainsi que des déchets solides.

Le contrôle des usines de La Hague

Transport interne

La mise en œuvre de règles générales d'exploitation spécifiques aux transports internes de marchandises dangereuses radioactives et non radioactives est maintenant opérationnelle sur le site de La Hague. Les améliorations des systèmes de transport, demandées par l'ASN pour fin 2018 par la [décision du 3 mai 2016](#), ont fait l'objet d'une demande de report d'échéance par l'exploitant, liée aux difficultés qu'il rencontre dans leur mise en œuvre. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

Suivi de la mise en demeure portant sur les ESPN

Différents équipements dans les usines du site de La Hague sont des équipements sous pression qui peuvent présenter un risque important pour la sûreté. Une réglementation spécifique, celle de [l'arrêté ESPN](#), encadre leur conception, leur fabrication et leur maintenance. L'ASN a mis en demeure l'exploitant, par [décision n° 2015-DC-0510 du 26 mai 2015](#), de se mettre en conformité avec les obligations réglementaires d'inspection périodique pour les ESPN en service. Cette décision de mise en demeure comporte des échéances qui s'échelonnent entre le 31 janvier 2016 et le 31 juillet 2018.

Pour les 54 ESPN concernés par la mise en demeure, l'exploitant a soit réalisé les gestes réglementaires attendus, soit transmis une déclaration de déclassement ou d'arrêt de l'équipement, soit demandé l'autorisation de déroger aux dispositions réglementaires, en produisant les justifications techniques nécessaires. Leur instruction a conduit l'ASN à prendre des décisions afin d'autoriser les dérogations et fixer les mesures compensatoires permettant de garantir un niveau de sécurité au moins équivalent à celui résultant de la réalisation complète des mesures de droit commun. Au regard de ces éléments, l'ASN a notifié le 7 septembre 2018 à l'exploitant que les dispositions de sa décision n° 2015-DC-0510 portant mise en demeure étaient respectées.

Prescriptions complémentaires à la suite des évaluations complémentaires de sûreté

En 2018, l'ASN a poursuivi ses contrôles relatifs à la mise en œuvre des dispositions matérielles et organisationnelles liées aux évaluations complémentaires de sûreté menées à la suite de l'accident de Fukushima. En particulier, les dispositions relatives aux locaux de gestion des situations d'urgence, prescrites par la décision n° [2015-DC-0483 du 8 janvier 2015](#), ont été mises en place dans le délai attendu. En 2019, l'ASN portera une attention particulière aux dispositions destinées à gérer les situations accidentelles redoutées pour les entreposages de déchets anciens.



Instruction des rapports de réexamen

L'ASN a contrôlé, dans le cadre du réexamen de l'INB 117, l'examen de conformité réalisé par l'exploitant et en particulier l'aspect relatif au vieillissement des installations. L'ASN relève que la démarche méthodologique de l'exploitant pour la réalisation de ce réexamen périodique est ambitieuse et rigoureuse. Toutefois, des contrôles par sondage de sa mise en œuvre ont révélé une traçabilité défaillante entre les différentes étapes de la méthode utilisée pour la réévaluation et l'examen de conformité. Cette faiblesse se traduit par un niveau de maîtrise du plan d'actions insuffisant et pourrait porter préjudice à sa mise en œuvre dans la durée.

L'ASN a effectué l'analyse de recevabilité du rapport de réexamen de l'INB 118, transmis par Orano Cycle en novembre 2017. Elle l'a estimé globalement satisfaisant au regard des exigences du code de l'environnement, mais a cependant demandé des compléments portant sur l'examen de conformité des activités importantes pour la protection, ainsi que sur l'examen des mesures de protection vis-à-vis de l'incendie, de l'aléa tornade et sur le dimensionnement des moyens de gestion de crise. Le rapport de réexamen est en cours d'expertise.

Les installations de La Hague

Les installations arrêtées, en démantèlement:

■ INB 80: atelier haute activité oxyde (HAO)

- HAO/Nord: atelier de déchargement sous eau et d'entreposage des éléments combustibles usés
- HAO/Sud: atelier de cisailage et de dissolution des éléments combustibles usés

■ INB 33: usine UP2-400, première unité de retraitement

- HA/DE: atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission
- HAPF/SPF (1 à 3): atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission
- MAU: atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle
- MAPu: atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium
- LCC: laboratoire central de contrôle qualité des produits
- ACR: atelier de conditionnement des résines

■ INB 38: installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier ATI, installation prototype en cours de démantèlement

■ INB 47: atelier ÉLAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement

Les installations en fonctionnement:

■ INB 116: usine UP3-A

- T0: atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés
- Piscines D et E: piscines d'entreposage des éléments combustibles usés
- T1: atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues
- T2: atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission
- T3/T5: ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle
- T4: atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium
- T7: atelier de vitrification des produits de fission
- BSI: atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium
- BC: salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé
- ACC: atelier de compactage des coques et embouts
- AD2: atelier de conditionnement des déchets technologiques
- ADT: aire de transit des déchets
- EDS: entreposage de déchets solides
- D/E EDS: désentreposage/entreposage de déchets solides
- ECC: ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés
- E/EV sud-est: atelier d'entreposage des résidus vitrifiés

- E/EV/LH et E/EV/LH 2: extension de l'entreposage des résidus vitrifiés

■ INB 117: usine UP2-800

- NPH: atelier de déchargement sous eau et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine
 - Piscine C: piscine d'entreposage des éléments combustibles usés
 - R1: atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP: atelier de redissolution du plutonium)
 - R2: atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD: unité centralisée de traitement des déchets alpha)
 - R4: atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium
 - SPF (4, 5, 6): ateliers d'entreposage des produits de fission
 - BST1: atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium
 - R7: atelier de vitrification des produits de fission
 - AML – AMEC: ateliers de réception et d'entretien des emballages
- ### ■ INB 118: installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés
- D/E EB: entreposage des déchets alpha
 - MDS/B: minéralisation des déchets de solvant



Maîtrise de l'état des capacités de concentration par évaporation

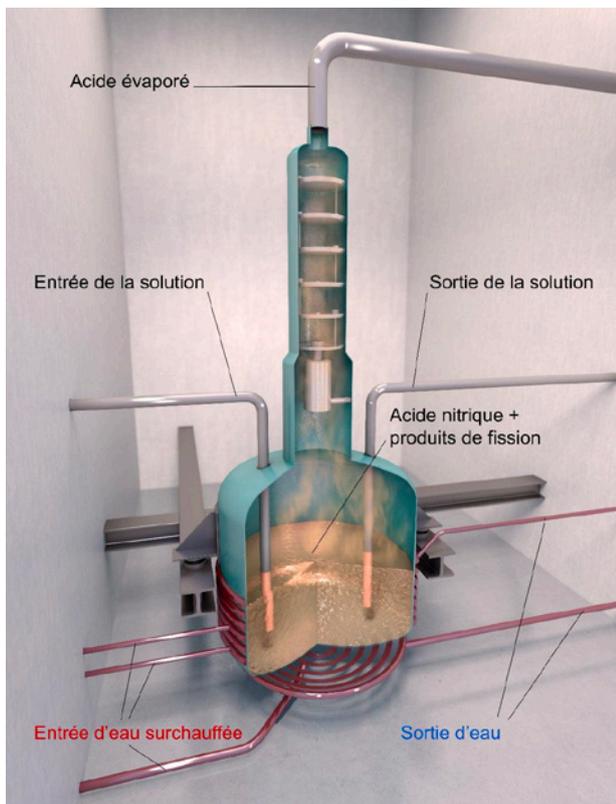
L'ASN a poursuivi ses actions de contrôle de la mise en œuvre des dispositions de la [décision n° 2016-DC-0559 du 23 juin 2016](#) relative aux évaporateurs de produits de fission, prise à la suite du constat d'une vitesse de corrosion supérieure à celle envisagée à leur conception.

Les bilans réguliers réalisés par l'exploitant et transmis à l'ASN concernant les résultats des actions de surveillance de ces équipements et des contrôles réglementaires montrent que l'épaisseur de l'évaporateur 4120-23 de l'atelier T2, identifié comme le plus affecté par la corrosion, est proche de l'épaisseur minimale requise. Compte tenu de la cinétique de la corrosion, cela pourrait conduire l'exploitant à interrompre son fonctionnement autour de 2020.

Le suivi des évaporateurs demeurera un point d'attention particulier pour l'ASN jusqu'à la mise en services des nouveaux évaporateurs destinés à remplacer ceux actuels.

L'ASN a rendu un avis en novembre 2016 sur les options de sûreté présentées par l'exploitant pour de nouveaux évaporateurs. Elle a autorisé, en novembre 2017, la construction du génie civil des nouveaux bâtiments devant les abriter et a inspecté, en 2018, les chantiers de constructions. L'ASN considère la surveillance des prestataires satisfaisante. Orano Cycle doit soumettre en 2019 à l'ASN la demande d'autorisation d'utilisation de ces nouveaux évaporateurs.

Schéma d'un évaporateur et détail des demi-tubes du circuit de chauffe



Usines de retraitement Orano Cycle de La Hague en démantèlement

Usine UP2-400 de retraitement de combustibles irradiés

L'ancienne usine [UP2-400](#) (INB 33) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1^{er} janvier 2004. L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400: l'INB 38 (installation STE2 et atelier AT1), l'INB 47 (atelier ELAN IIB) et l'INB 80 (atelier HAO). Les opérations en cours dans les quatre INB concernent la reprise et le conditionnement de déchets anciens (RCD) et le démantèlement.

Les opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 a été entreposée en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont techniquement délicates et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces entreposages.

Le calendrier initialement prévu pour la reprise de ces déchets a fortement dérivé et a continué de dériver ces dernières années. L'ASN considère que tout report d'échéance devra être justifié par Orano Cycle et accompagné de mesures compensatoires permettant de réduire le risque à un niveau aussi bas que possible, car les bâtiments dans lesquels ces déchets anciens sont entreposés vieillissent et ne répondent pas aux standards de sûreté actuels. En particulier, l'ASN considère qu'il est nécessaire qu'Orano Cycle entreprenne au plus tôt la reprise des déchets anciens produits par le fonctionnement de l'usine UP2-400, notamment les boues entreposées dans les silos de STE2, les déchets du silo HAO et du silo 130, et poursuive le traitement des solutions de produits de fission entreposées dans l'unité SPF2.

L'ASN a encadré par des prescriptions l'ensemble des programmes de reprise et conditionnement des déchets anciens de La Hague, par décision n° [2014-DC-0472 du 9 décembre 2014](#). Cette décision définit les priorités en termes de sûreté des opérations de RCD et fixe des jalons pour chacun des programmes concernés.



Schéma des opérations de reprise et de conditionnement des déchets du silo 130



STE2

Le scénario présenté en 2010 concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 était découpé en trois étapes :

- reprise des boues entreposées dans des silos de [STE2](#) (INB 38);
- transfert et traitement, initialement par séchage et compactage, dans [STE3](#) (INB 118);
- conditionnement des pastilles obtenues en colis dénommés « C5 » en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015. Orano Cycle a transmis, au cours de l'année 2017, des compléments liés à la première phase des travaux, ainsi qu'une demande d'autorisation concernant le procédé de reprise des boues de STE2 et leur transfert vers STE3. Ce dossier est en cours d'instruction.

Le [décret d'autorisation de création de la station de traitement des effluents STE3](#) a été modifié par [décret du 29 janvier 2016](#), afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Cependant, Orano Cycle a informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pourrait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Il a aussi présenté le scénario alternatif par centrifugation qu'il compte mettre en œuvre, qui conduira à la production de fûts destinés à un entreposage intermédiaire dans l'installation existante dédiée. Orano Cycle prévoit le dépôt d'un dossier d'options de sûreté en 2019. L'échéance réglementaire de début de reprise des boues actuellement prescrite ne sera pas respectée.

Silo 130

Le silo 130 est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs UNGG, ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981 qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une



«peau» en acier. La surveillance de l'étanchéité du silo 130 est effectuée par un réseau de piézomètres situés à proximité. Le scénario de reprise et de conditionnement de ces déchets comporte quatre étapes :

- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides ;
- reprise des effluents liquides ;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo ;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano Cycle a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement. L'ASN avait fixé au 1^{er} juillet 2016 le début des opérations de reprise de l'ensemble des déchets. Au vu des justifications apportées par Orano Cycle sur les difficultés techniques rencontrées, l'ASN a reporté la date de début des opérations au 30 avril 2018. Orano Cycle n'a toutefois pas respecté cette nouvelle échéance réglementaire, même si le raccordement actif de la ventilation des installations de reprise et de conditionnement a pu être réalisé en 2018 et si les essais importants pour la sûreté préalables à la mise en service actif des installations ont pu être engagés au cours de cette même année. Après avoir constaté, au cours d'une inspection, que la reprise des déchets n'avait effectivement pas débuté en avril 2018 et tenant compte des nouvelles difficultés techniques, mais également organisationnelles, rencontrées au cours des essais, l'ASN a demandé à Orano Cycle de proposer une échéance de début de reprise des déchets réaliste, en définissant explicitement et en justifiant les marges sur le chemin critique et les marges pour risques résiduels. L'instruction des demandes d'autorisation concernant les premières phases de reprise s'est poursuivie en 2018.

Les solutions anciennes de produits de fission stockées dans l'unité SPF2 de l'usine UP2-400

Pour le conditionnement des produits de fission issus du retraitement de combustibles provenant des réacteurs de la filière UNGG et contenant notamment du molybdène (PF UMo), l'exploitant a retenu la vitrification en creuset froid. Le colis ainsi produit est un colis standard de déchets UMo vitrifiés (CSD-U).

La mise en exploitation du creuset froid a été autorisée par décision du 20 juin 2011. Des aléas ont été rencontrés lors de son développement et de sa mise en œuvre. Orano Cycle n'a, de ce fait, pas pu respecter l'échéance de fin de reprise fixée au 31 décembre 2017 par [décision de l'ASN du 26 juin 2012](#) et a demandé à reporter cette échéance, sur la base de la cadence de production de CSD-U en 2018, à fin 2019. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

Les enjeux de sûreté associés au silo 130

Le silo 130 a été conçu et construit selon les exigences de sûreté en vigueur dans les années 1960. La structure du génie civil du silo 130 est aujourd'hui fragilisée par le vieillissement et par l'incendie survenu en 1981.

En outre, les déchets, initialement entreposés à sec, se retrouvent submergés pour partie dans un volume important d'eau, depuis l'extinction de l'incendie de 1981. L'eau est donc en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir, qui est aujourd'hui l'unique barrière de confinement. Ainsi, un des risques majeurs concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique).

Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.



Les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement

Atelier HAO

L'INB 80 assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés: réception, entreposage puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

L'INB 80 est composée de:

- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés;
- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisailage et dissolution;
- le bâtiment « filtration », qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisailage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997;
- le stockage organisé des coques (SOC), composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

Le démantèlement de l'atelier HAO a été autorisé par [décret du 31 juillet 2009](#). Orano Cycle a rencontré des difficultés pendant les opérations préalables au démantèlement des cellules 904 et 906 (difficultés pour atteindre notamment un niveau radiologique dans la cellule 906 compatible avec un démantèlement au semi-contact), qui l'ont conduit à réviser son scénario de démantèlement. Le nouveau scénario sera présenté à l'ASN en 2019.

Le projet de RCD, actuellement mené dans le silo HAO et dans le SOC, constitue le premier point d'arrêt du démantèlement de l'installation. Orano Cycle a fait part de ses difficultés pour respecter les échéances prescrites pour la reprise des déchets contenus dans le silo HAO et dans le SOC. Le report d'échéances nécessitera une modification du décret du 31 juillet 2009. En 2018, l'exploitant a poursuivi la construction de la cellule de reprise des déchets du silo et mis en place, à fin novembre 2018, l'ensemble des gros équipements.

Par ailleurs, l'INB 80 avait fait l'objet d'un réexamen périodique. À la suite de son instruction, l'ASN a fixé, par [décision du 4 janvier 2018](#), des prescriptions complémentaires.

Usine UP2-400, station de traitement des effluents STE2 et installation ÉLAN IIB

Orano Cycle a déposé en juillet 2015 des dossiers de démantèlement complets pour les INB 33 et 38. Il a également transmis les rapports de réexamen des INB 33, 38 et 47. L'instruction des réexamens, conjointe avec celle des dossiers de démantèlement, permet notamment de s'assurer que les dispositions de maîtrise du vieillissement sont compatibles avec la stratégie de démantèlement envisagée par l'exploitant, en particulier avec la durée prévisionnelle de l'ensemble du projet de démantèlement. L'exploitant doit notamment réaliser des études complémentaires concernant la tenue au séisme du Laboratoire central de contrôle (LCC). En 2018, Orano Cycle a déposé des mises à jour des dossiers de démantèlement des INB 33 et 38. L'exploitant a poursuivi la réalisation des opérations de démantèlement autorisées par décrets de 2013, notamment dans l'INB 33. Le démantèlement de l'INB 33 avance de façon satisfaisante, tandis que celui de l'INB 38 rencontre des difficultés, dues principalement aux incertitudes sur le contenu radiologique et chimique des cellules. Concernant l'INB 47, les résultats des caractérisations complémentaires, préalables nécessaires aux opérations de démantèlement, ont conduit Orano Cycle à engager la révision du scénario de démantèlement, qui sera présentée à l'ASN en 2019. L'ASN note toutefois qu'Orano Cycle s'attache à définir des plans d'action pour maîtriser les dérives de calendrier.



Appréciation du site de La Hague

L'ASN considère que le bilan d'activité d'Orano Cycle sur le site de La Hague est assez satisfaisant pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, et globalement satisfaisant pour ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et la protection de l'environnement. L'ASN relève néanmoins que l'exploitant doit apporter des améliorations sur les points développés ci-après, notamment sur la maîtrise de la maintenance et des contrôles périodiques et le suivi des plans d'action.

Plusieurs inspections et événements ont mis en exergue des insuffisances en matière de contrôles périodiques prévus par les RGE. L'ASN a notamment relevé des contrôles périodiques non réalisés, ainsi que des difficultés à démontrer la bonne formation des intervenants en charge de ces contrôles. Pour la maintenance, l'exploitant a confié début 2018 des prestations techniques sous-traitées, tous corps de métiers confondus, à une entreprise extérieure pour chacune des trois unités opérationnelles des usines en fonctionnement. Ces nouveaux contrats, dits multi-techniques, regroupent donc des prestations variées, qui sont elles-mêmes sous-traitées en tout ou partie. Les inspections de l'ASN ont montré qu'il existait un enjeu fort en matière de compétences et de connaissances des installations pour les prestataires retenus.

De plus, l'exploitant doit améliorer la robustesse de sa politique de maintenance préventive des équipements importants pour la protection (EIP), ainsi que la maîtrise de sa mise en œuvre. La maintenance préventive des EIP contribue à la pérennité de leur qualification, au même titre que les contrôles et essais périodiques.

En matière de surveillance des intervenants extérieurs, l'exploitant doit renforcer sa méthodologie d'élaboration des plans de surveillance en tenant compte des enjeux liés aux opérations sous-traitées, et améliorer les compétences et la qualification de ses chargés de surveillance, ainsi que leur appropriation des dispositions spécifiques de l'[arrêté du 7 février 2012](#). Ces actions présentent d'autant plus d'importance du fait de la mise en œuvre de ces contrats multi-techniques, qui nécessitent des modalités de surveillance adaptées à ce regroupement de prestations. L'ASN considère qu'Orano Cycle doit poursuivre les actions entreprises pour améliorer le suivi et le traitement des écarts et le retour d'expérience associé. Orano Cycle doit mieux caractériser les écarts, réduire leur délai de traitement, approfondir l'analyse des causes pour développer les mesures préventives, qui sont parfois négligées au bénéfice des actions curatives. Les plans d'action établis à la suite de retours d'expérience tirés d'écarts ou d'événements déclarés à l'ASN doivent être mis en œuvre avec davantage de rigueur. L'ASN a constaté des retards dans la mise en œuvre d'actions liées à la maîtrise des opérations de manutention. L'ASN a relevé des axes d'amélioration en matière d'intégration des facteurs organisationnels et humains (FOH) dans les processus liés aux modifications organisationnelles et à la sûreté, de mise en œuvre du référentiel associé du groupe Orano et de décloisonnement des services dans lesquels se situent les compétences de l'établissement. Orano Cycle doit développer ses ressources et la professionnalisation de son réseau de correspondants FOH, afin d'améliorer ses capacités d'expertise des signaux faibles, des écarts et des événements, et d'approfondir l'analyse des

causes racines et organisationnelles des dysfonctionnements. Orano Cycle doit aussi veiller à davantage intégrer les compétences spécifiques à cette thématique dans l'élaboration et le suivi des modifications organisationnelles.

Lors des inspections sur le thème de l'incendie, les inspecteurs ont relevé des difficultés d'accessibilité des bâtiments pour les équipes d'intervention liées à la présence de plusieurs chantiers d'envergures, et à un manque d'entretien de certains accès secondaires. Ces situations sont de nature à occasionner des délais supplémentaires d'intervention. En revanche, il a été noté un progrès dans le respect des emplacements spécifiquement réservés pour les moyens de secours, gage d'un déploiement des équipes d'intervention au plus près de celles-ci.

En matière de contrôles périodiques des moyens de secours, l'ASN relève une dérive généralisée des contrôles annuels des extincteurs de l'établissement, dénotant des lacunes de l'organisation de l'exploitant pour le suivi de ces contrôles. Enfin, l'ASN a réalisé des mises en situations de crise inopinées, et constate qu'Orano Cycle doit améliorer l'articulation entre ses mesures de maîtrise du risque d'incendie et celles de protection physique des matières nucléaires.

Dans le cadre de l'examen de l'étude des risques liés aux substances dangereuses réalisée par Orano Cycle début 2018, l'ASN a conduit une inspection pour contrôler *in situ* le caractère opérationnel de barrières de sécurité décrites par l'exploitant. L'ASN estime que des améliorations significatives doivent être apportées en matière de prévention des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. L'ASN a demandé à l'exploitant qu'il renforce significativement la culture de ses équipes vis-à-vis des risques non radiologiques et ses moyens de contrôle des mesures de prévention des risques. L'exploitant devra également conduire une évaluation approfondie des mesures prises pour la prévention du risque d'explosion et la protection des installations.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'organisation définie et mise en œuvre sur le site de La Hague et les résultats obtenus apparaissent globalement satisfaisants. Toutefois, les contrôles par sondage menés ont révélé des défauts de balisage du zonage radiologique, des retards dans la réalisation de contrôles d'étalonnage d'appareils de mesure et un manque de rigueur concernant la tenue à jour des grilles de radioprotection définissant le zonage radiologique des installations (traçabilité des évolutions du zonage radiologique des salles). De plus, l'ASN a noté le développement de la sous-traitance de l'activité de radioprotection et l'émergence de difficultés pour le recrutement et la montée en compétences des prestataires, qui seront des points d'attention en 2019. En matière de maîtrise des impacts et des rejets, l'organisation définie et mise en œuvre sur le site de La Hague et les résultats obtenus apparaissent satisfaisants. L'ASN considère qu'Orano Cycle doit veiller à la rigueur de gestion des entreposages de déchets et poursuivre ses efforts de maîtrise des risques liés à la gestion des points de collecte et de conditionnement des déchets.



Région Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Nouvelle-Aquitaine](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe);
- la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1450 MWe);



voir
p. 200

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe;
- 6 services de curiethérapie;
- 24 services de médecine nucléaire;
- 91 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
- 90 scanners;
- environ 6 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;



voir
p. 230

des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 679 établissements industriels et de recherche, dont 46 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle;
- 1 accélérateur de particules de type Cyclotron;
- 67 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région;
- 19 entreprises utilisant des gammadensimètres et 352 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures;
- 475 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



voir
p. 256

des activités liées au transport de substances radioactives :

- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 5 organismes agréés pour les contrôles de radioprotection;
 - 8 organismes agréés pour la mesure du radon;
 - 4 laboratoires agréés pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

En 2018, l'ASN a réalisé 141 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 45 inspections dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 80 inspections dans les installations nucléaires de proximité, 6 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives et 10 inspections d'organismes et laboratoires agréés.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 21 jours d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et 11 jours à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2018, 10 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 8 événements concernant les patients en radiothérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO et 1 a été classé au niveau 2.

Centrale nucléaire du Blayais

Le site du Blayais abrite la [centrale nucléaire](#) exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux. Cette centrale nucléaire est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 86, les réacteurs 3 et 4 l'INB 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais, par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF :

- sont globalement comparables en matière de sûreté nucléaire;
- se distinguent de manière positive en matière de radioprotection;
- sont en retrait en matière de protection de l'environnement.



En matière de sûreté, l'ASN note que les arrêts de réacteur pour maintenance et renouvellement du combustible se sont bien déroulés. Cependant, l'ASN constate que le site rencontre des difficultés persistantes pour planifier, préparer et réaliser les essais périodiques prescrits par les règles générales d'exploitation. La qualité de la documentation opérationnelle constitue, comme les années précédentes, un point faible pour le bon déroulement de ces essais, ce qui introduit un risque de non-respect des procédures. Des défauts de contrôle technique et de communication opérationnelle ont également été constatés à plusieurs reprises.

En ce qui concerne la radioprotection des travailleurs, l'ASN observe une baisse sensible du nombre de déclarations d'événements significatifs par rapport aux années précédentes. L'ASN constate que l'exploitant a respecté ses objectifs en matière de dosimétrie collective et de propreté radiologique des chantiers. L'ASN note toutefois quelques situations révélatrices d'un défaut de culture de radioprotection de la part de certains intervenants et d'un manque de rigueur dans la gestion des sources radioactives.

Concernant la protection de l'environnement, l'exploitant a identifié l'origine probable de la présence historique de tritium dans la nappe d'eau captive située sous la centrale. Celle-ci serait due à des défauts d'étanchéité des planchers des bâtiments des auxiliaires nucléaires des réacteurs 3 et 4. Elle reste toutefois sans impact à l'extérieur du site. L'ASN estime que la poursuite des investigations et la mise en œuvre des réparations doivent être une priorité pour le site en 2019. L'ASN note les efforts importants accomplis par l'exploitant pour améliorer la gestion de ses déchets radioactifs conformément aux règles applicables, mise en défaut par ses inspecteurs en début d'année.

Centrale nucléaire de Civaux

La [centrale nucléaire de Civaux](#) est exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine. Elle comprend deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 450 MWe.

Le réacteur 1 constitue l'INB 158, le réacteur 2 l'INB 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), créée en 2011 par EDF.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF mais que ses performances en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à cette appréciation générale.

Dans le domaine de la sûreté, l'ASN note qu'au cours des arrêts pour maintenance des réacteurs 1 et 2, l'exploitant a mis en évidence de nombreuses lacunes dans la préparation, la planification et la réalisation d'activités de maintenance sur des matériels importants pour la sûreté. Ces difficultés ont conduit à des non-qualités de maintenance, que le site a depuis corrigées. L'ASN considère que la qualité de la maintenance s'est dégradée par rapport aux années précédentes. EDF n'a pas suffisamment tiré les enseignements de l'arrêt pour maintenance de 2017. Concernant les activités d'exploitation, l'ASN considère que les opérations de conduite des réacteurs sont globalement menées avec rigueur, mais que le site doit encore faire des efforts supplémentaires dans ce domaine.

L'ASN estime que la prise en compte de la radioprotection dans la préparation des interventions doit être renforcée. L'ASN considère que l'exploitant doit progresser dans l'optimisation des doses de rayonnement reçues par les intervenants et améliorer la gestion de l'accès des intervenants à certaines zones réglementées, afin de limiter le risque d'exposition aux rayonnements ionisants. Elle note que la gestion des sources radioactives est assurée de façon rigoureuse.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'exploitant doit améliorer sa stratégie de gestion en cas de déversement accidentel de produits dangereux sur le site afin d'éviter leur transfert dans l'environnement. Elle estime par ailleurs qu'il doit progresser dans la gestion du risque microbiologique et des déchets radioactifs sur ses installations.

Inspection du travail dans les centrales nucléaires de la région Nouvelle-Aquitaine

À la centrale du Blayais, une inspection renforcée a mis en évidence un manque de maîtrise de la réglementation européenne relative au risque chimique. L'ASN évaluera les mesures prises par l'exploitant courant 2019. Des enquêtes spécifiques ont été conduites après la survenue d'accidents du travail et sur sollicitations particulières concernant des salariés d'entreprises extérieures. Une demande de vérification d'un outillage a été formulée à cette occasion.

À la centrale de Civaux, les agents en charge de l'inspection du travail ont formulé des observations sur le respect d'apport d'air neuf dans les espaces confinés, qui ont conduit l'exploitant à reporter certains travaux de maintenance. Une inspection renforcée a mis en évidence un manque de maîtrise de la réglementation européenne relative au risque chimique. L'ASN évaluera les mesures prises par l'exploitant courant 2019. Les inspecteurs du travail ont constaté que

le périmètre de contrôle et le suivi des observations formulées par un organisme accrédité lors de contrôles réglementaires devaient être améliorés, notamment dans le domaine électrique. Une demande de vérification d'installations électriques a été formulée à l'issue de ce contrôle. Des enquêtes spécifiques ont été conduites après la survenue d'accidents du travail et sur sollicitations particulières concernant des salariés d'entreprises extérieures.



Région Occitanie

Les divisions de Bordeaux et de Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région [Occitanie](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Golfech, constituée de 2 réacteurs à eau sous pression de 1 300 MWe;
- l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »;
- le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem;
- l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs;
- l'ionisateur industriel Gammatec;
- l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvésy;



voir
p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe;
- 6 services de curiethérapie;
- 20 services de médecine nucléaire;
- 101 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
- 118 scanners;



voir
p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 5 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;
- environ 500 établissements industriels et de recherche, dont 26 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle;
- 4 cyclotrons;
- 79 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région;
- environ 300 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures;
- environ 450 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



voir
p. 256

■ des activités liées au transport de substances radioactives :

- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN, notamment :
 - 3 sièges de laboratoires agréés pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement;
 - 7 sièges d'organismes agréés pour les contrôles en radioprotection.

En 2018, l'ASN a réalisé 124 inspections en région Occitanie, dont 40 inspections dans les INB, 68 inspections dans le nucléaire de proximité, 8 dans le domaine du transport de substances radioactives et 8 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé 12 jours d'inspection du travail à la centrale de Golfech.

Au cours de l'année 2018, 7 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires d'Occitanie. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN. 4 événements concernant les patients en radiothérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO.

L'ASN a par ailleurs dressé un procès-verbal d'infraction à l'encontre d'un établissement médical.

Centrale nucléaire de Golfech

La [centrale nucléaire de Golfech](#), exploitée par EDF, est implantée dans le département du Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Cette centrale est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 135, le réacteur 2 l'INB 142.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de protection de l'environnement et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF et que ses performances en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN constate que la qualité des opérations d'exploitation s'est détériorée par



Inspection du travail dans la centrale nucléaire de Golfech

En matière d'inspection du travail, les inspecteurs ont constaté en 2018 que le périmètre de contrôle et le suivi des observations formulées par un organisme accrédité lors de contrôles réglementaires portant notamment sur des ponts de manutention devaient être améliorés.

Une inspection renforcée a mis en évidence un manque de maîtrise de la réglementation européenne relative au risque chimique. L'ASN évaluera les mesures prises par l'exploitant courant 2019.

rapport aux années précédentes, ce qui s'est traduit par la déclaration de nombreux événements significatifs pour la sûreté, dont 4 classés au niveau 1 de l'échelle INES. En outre, l'ASN constate que l'effectif de l'équipe chargée de la conduite du réacteur 2 a tout juste été au minimum requis à plusieurs reprises lors de l'arrêt programmé et que les conditions de sérénité en salle de commande se sont dégradées sur les deux réacteurs. L'arrêt programmé du réacteur 2 s'est globalement bien déroulé. L'exploitant a tenu compte du retour d'expérience des arrêts réalisés en 2017. Cependant, l'ASN estime que les progrès accomplis dans la préparation des activités doivent être poursuivis. Enfin, l'ASN estime que l'exploitant de la centrale de Golfech doit continuer à améliorer sa capacité à détecter, analyser et traiter les écarts affectant ses installations.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN constate que le site doit progresser en matière de gestion des substances dangereuses, notamment sur l'identification des substances et la connaissance de leur nocivité sur l'environnement et les personnes. Toutefois, l'ASN souligne les progrès accomplis par le site dans la gestion du risque microbiologique et des déchets.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN relève à nouveau des défauts dans la préparation et la réalisation des activités à fort enjeu de radioprotection. Le site rencontre des difficultés persistantes pour respecter les objectifs dosimétriques qu'il se fixe.

Plateforme de Marcoule

La [plateforme nucléaire de Marcoule](#) est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses 6 installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du cycle du combustible et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de combustible MOX, le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée d'installations nucléaires de défense.

Centre du CEA de Marcoule

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles : les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

Installation Atalante – Centre du CEA

Les laboratoires [Atalante](#), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de R&D en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des aménagements ont été réalisés en 2017 pour accueillir des activités et des équipements provenant du laboratoire d'études et de fabrication des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de l'installation en décembre 2016. En 2018, l'ASN a demandé au CEA des compléments portant notamment sur la protection de l'installation contre les agressions externes (foudre et inondation), la maîtrise du risque de perte d'alimentation électrique et la méthodologie de caractérisation radiologique et chimique des sols. Le CEA a transmis des compléments en 2018, qui sont en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que le niveau de sûreté d'Atalante est globalement satisfaisant. Néanmoins, des lacunes ont été relevées dans les dispositions de surveillance des intervenants extérieurs, notamment ceux amenés à réaliser des contrôles et essais périodiques sur l'installation. L'ASN a par ailleurs réalisé une inspection réactive à la suite de l'éclatement d'un flacon contenant un liquide radioactif manipulé dans une boîte à gants, survenu le 19 décembre 2018, et qui a entraîné une blessure de l'intervenant réalisant la manipulation.

Centrale Phénix – Centre du CEA

La [centrale Phénix](#) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.

Le [démantèlement de la centrale](#) est encadré dans ses grandes phases par le [décret n° 2016-739 du 2 juin 2016](#). La [décision n° 2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016](#) de l'ASN prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'exploitant déploie actuellement des actions permettant de répondre aux prescriptions de l'ASN et de mettre en œuvre ses engagements, pris dans le cadre de son réexamen périodique.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix demeure globalement satisfaisant. L'évacuation des combustibles irradiés et les premières activités de démantèlement (dépose d'équipements...) se sont poursuivies en 2018 dans des conditions



de sûreté satisfaisantes, mais avec un rythme plus faible que prévu pour ce qui est de l'évacuation du combustible. La construction de l'installation NOAH, et la mise en place des équipements au moyen desquels sera traité le sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, ont également avancé en 2018. Le dossier de mise en service de cet atelier est attendu pour 2019. La gestion des modifications de l'installation doit par ailleurs être améliorée.

Installation Diadem – Centre du CEA

L'installation [Diadem](#), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnement bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue, ou de déchets de faible et moyenne activité – vie courte dont les caractéristiques – notamment le débit de dose – ne permettent pas l'acceptation en l'état dans le [Centre de stockage de l'Aube](#).

Le CEA a informé l'ASN, fin 2018, du gel de certaines opérations de construction, pour des raisons budgétaires.

L'ASN estime que la conduite du chantier est satisfaisante. Elle souligne que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, et considère que le CEA doit reprendre rapidement les opérations nécessaires à sa mise en service.

Usine Melox

L'INB 151, dénommée [Melox](#), créée en 1990 et exploitée par Orano Cycle, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'exploitant a déposé en 2018 son dossier d'orientation de réexamen de l'installation. L'exploitant a par ailleurs mis en œuvre toutes les actions permettant de répondre à ses engagements et aux prescriptions de la décision [n° 2014-DC-0440 du 15 juillet 2014](#) de l'ASN, issues de son précédent réexamen périodique.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'usine Melox demeure satisfaisant.

Les barrières de confinement, sur lesquelles repose une grande partie de la démonstration de sûreté, sont efficaces et robustes. Les signaux faibles observés ces deux dernières années, concernant le non-respect des règles d'entrée et de sortie des zones spécialement identifiées au sein de l'installation, tant pour la radioprotection des personnels, que pour la bonne gestion des déchets radioactifs, sont en légère diminution.

Les importants enjeux de radioprotection de l'installation sont traités avec rigueur, l'exploitant s'étant notamment engagé à mener, de manière durable, des chantiers permettant des gains dosimétriques non négligeables dans le

Appréciation du centre CEA de Marcoule

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du centre CEA de Marcoule est globalement satisfaisant. En matière de protection de l'environnement, les piézomètres du centre sont en cours de mise en conformité avec l'arrêté du 11 septembre 2003.

L'ASN considère par ailleurs que la gestion des transports internes au centre de Marcoule est assurée de manière assez satisfaisante. La gestion du référentiel de règles de transport interne doit néanmoins être améliorée.

Dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de Fukushima, le CEA Marcoule a transmis, en 2018, une actualisation de son dossier relatif aux travaux de renforcement prévus du bâtiment de gestion de crise du centre vis-à-vis du risque de tornade. L'instruction de ce dossier, en cours, s'attachera à évaluer l'impact de ces renforcements sur la tenue sismique des bâtiments, et la justification de l'habitabilité et de l'accessibilité de ces locaux lors des différentes situations accidentelles rencontrées.

cadre de l'optimisation de postes de travail rendue nécessaire par le vieillissement de l'installation.

La prise en compte du risque de criticité, majeur sur ce type d'installation, fait l'objet d'un traitement satisfaisant par l'exploitant. Du point de vue de ce risque, des signaux faibles sont toutefois apparus en 2018, notamment lors d'opérations de maintenance pendant lesquelles des opérateurs sont amenés à intervenir sur les chaînes automatisées (mode de conduite dit « manuel asservi »). Par ailleurs, l'ASN a été informée le 13 avril 2018, par Orano Cycle, du non-respect d'une règle de gestion du risque de [criticité](#), préalablement à l'introduction d'un moteur neuf dans l'une des boîtes à gants de l'atelier de pastillage. Cet événement est classé au niveau 1 de l'échelle INES en raison du non-respect d'une règle de sûreté-criticité.

Pour ce qui concerne le retour d'expérience de l'accident de Fukushima, l'ASN contrôle la poursuite de la construction du nouveau poste de commandement de crise résistant au séisme.

Usine Centraco

L'INB 160, dénommée [Centraco](#) et créée en 1996, est exploitée par la société Socodéi, filiale d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le [CSA](#) de l'Andra.



L'installation est constituée:

- d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3500 tonnes;
- d'une unité d'incinération où sont incinérés les déchets combustibles, pour un tonnage annuel maximal de 3 000 tonnes de déchets solides et 2 000 tonnes de déchets liquides;
- et de capacités d'entrepôts.

Les unités d'incinération et de fusion des déchets ont fonctionné dans de bonnes conditions de sûreté, sans encore atteindre leurs capacités maximales de traitement. En particulier, l'arrêt technique pour maintenance préventive de l'unité d'incinération a été prolongé afin d'anticiper un remplacement préventif de filtre de la ventilation de la dernière barrière de confinement.

L'ASN avait prescrit, par la [décision n° 2014-DC-0446 de juillet 2014](#), des études complémentaires concernant la chute d'avion, la foudre et le séisme. Ces études ont été transmises en 2018 et sont en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Centraco est globalement satisfaisant. L'ASN porte en particulier une appréciation favorable sur le traitement des événements significatifs déclarés par l'exploitant.

La gestion des transports internes dans l'usine Centraco est satisfaisante. Des améliorations portant sur les règles de transport interne et de leur contrôle sont néanmoins attendues, notamment en matière de formalisation des exigences spécifiques au transport interne qui ne seraient pas issues des règles classiques de transport sur voie publique.

Ionisateur Gammatec

La société Stéris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel. Dénommée [Gammatec](#), l'INB 170 assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les aseptiser, les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Gammatec demeure satisfaisant. Les modalités de gestion des écarts devront toutefois être mieux formalisées dans le système de gestion intégrée de l'installation.

Installation Écrin

L'INB 175, dénommée [Écrin](#), est située dans la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvési exploité par Orano Cycle et dans lequel sont

Protection de l'environnement de la plateforme de Marcoule

La gestion des rejets et transferts d'effluents des installations civiles et la surveillance de l'environnement sont encadrées par des décisions de l'ASN du 1^{er} mars 2016 fixant des prescriptions relatives aux limites et modalités de rejets d'effluents liquides et gazeux de Melox, Atalante, Centraco et Gammatec. Cette gestion est jugée satisfaisante par l'ASN. Dans le contexte du démantèlement de la centrale Phénix, le projet de décision similaire pour la centrale Phénix a fait l'objet d'une [consultation du public](#), de la commission locale d'information, de l'exploitant et du Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques en 2018, et est en cours de finalisation. En application de ces décisions, les exploitants du site de Marcoule devront réaliser, d'ici fin 2019, une mise à jour de l'étude d'incidence environnementale du site (qui date de 2012).

transformés les concentrés issus des mines d'uranium en tétrafluorure d'uranium, ce qui constitue la première étape de constitution d'un combustible à l'uranium (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitratées chargées en uranium naturel, qui sont décantés et évaporés dans des lagunes de l'installation. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des ICPE Seveso seuil haut.

Les deux bassins d'entrepôts historiques de boues (B1 et B2) de l'usine, qui ne sont plus utilisés dans le procédé depuis la rupture de la digue du bassin B2 en 2004, constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme installation nucléaire de base est dû à la présence de traces de radio-isotopes artificiels issus de campagnes de traitement d'uranium de retraitement en provenance du site de Marcoule. Cette INB a été autorisée par [décret du 20 juillet 2015](#) pour l'entreposage de déchets radioactifs pour une durée de trente ans et pour un volume de déchets limité à 400 000 m³ et d'activité radiologique totale inférieure à 120 térabecquerels.

L'installation Écrin a été mise en service par la [décision n° 2018-DC-0645 du 12 octobre 2018](#). Cette autorisation permet désormais à l'exploitant de débiter les travaux définis dans le décret d'autorisation, notamment la création d'un alvéole au sud du bassin B2, qui permettra d'entreposer les matériaux issus de la vidange des bassins B5 et B6. À l'issue de l'ensemble de ces travaux, une couverture bitumineuse sera mise en place sur les bassins de l'INB. Ces travaux, qui se dérouleront sur plusieurs années, devraient débiter en 2019.

Par ailleurs, dans le cadre du [Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs](#), l'ASN a demandé à Orano Cycle d'étudier les différentes options de stockage à long terme pour les déchets contenus dans l'installation Écrin. L'instruction de ces études est en cours.



Région Pays de la Loire

La division de Nantes assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les cinq départements de la région [Pays de la Loire](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe;
- l'irradiateur Ionisos de Pouzauges;



voir
p. 200

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 6 services de radiothérapie;
- 4 unités de curiethérapie;
- 11 services de médecine nucléaire;
- 40 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
- 52 scanners;
- environ 2 500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



voir
p. 230

des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 cyclotron;
- 34 sociétés de radiologie industrielle dont 7 prestataires en gammagraphie;
- environ 400 autorisations d'équipements industriels et de recherche, dont 220 utilisateurs d'appareils de détection de plomb dans les peintures;



voir
p. 256

des activités liées au transport de substances radioactives :

5 agences pour les contrôles techniques de radioprotection :

- 1 établissement pour le contrôle du radon;
- 1 siège de laboratoire agréé pour les mesures de radioactivité dans l'environnement.

En 2018, l'ASN a réalisé 54 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité et 4 inspections relatives au transport de substances radioactives.

Parmi les 24 événements significatifs déclarés et analysés pour en tirer un retour d'expérience, 3 événements concernaient des patients en radiothérapie, un d'entre eux a été classé sur l'échelle ASN-SFRO au niveau 1 et un autre au niveau 2.

Irradiateurs Ionisos

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de hautes activités de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les [INB 146](#) et [154](#).

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser, à détruire les germes pathogènes ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés

aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

L'installation est constituée d'un bassin de stockage sous eau contenant les sources radioactives et surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation des irradiateurs d'Ionisos en Pays de la Loire se déroule de manière satisfaisante en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. L'ASN a poursuivi, en 2018, l'instruction des rapports de réexamen périodique des deux irradiateurs.



Région Provence Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Provence-Alpes-Côte d'Azur](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

des installations nucléaires de base :

- le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz en cours de construction;
- le chantier de construction de l'installation ITER, attenant au centre CEA de Cadarache;
- l'ionisateur industriel Gammaster;



voir
p. 200

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 12 services de radiothérapie externe;
- 4 services de curiethérapie;
- 17 services de médecine nucléaire;
- 106 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées;
- 103 scanners;
- environ 8200 appareils de radiologie médicale et dentaire;



voir
p. 230

des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 21 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle;
- 3 accélérateurs de particules de type cyclotron;
- 144 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région;
- environ 300 utilisateurs de détecteurs de plomb dans les peintures;
- environ 300 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



voir
p. 256

des activités liées au transport de substances radioactives :

- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 2 laboratoires agréés pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement;
 - 4 organismes agréés pour les contrôles en radioprotection.

En 2018, l'ASN a réalisé 107 inspections en région PACA, dont 45 inspections dans les INB, 53 inspections dans le nucléaire de proximité, 6 dans le domaine du transport de substances radioactives et 3 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2018, 3 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN. Cinq événements concernant les patients en radiothérapie ont été classés au niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé un procès-verbal.

Site de Cadarache

Centre du CEA de Cadarache

Créé en 1959, le [centre CEA de Cadarache](#) se situe sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1 600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants et à la conception de systèmes de nouvelle génération.

Les INB situées sur le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22);
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24);
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25);



- la Station de traitement des déchets solides (STD, INB 37-A);
- la Station de traitement des effluents actifs (STE, INB 37-B);
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu, INB 32);
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39);
- le réacteur de recherche ÉOLE (INB 42);
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi, (ATUe, INB 52);
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF, INB 53);
- le Laboratoire de purification chimique (LPC, INB 54);
- le Laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55);
- le Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56);
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92);
- le réacteur de recherche Minerve (INB 95);
- le Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles avancés (Lefca, INB 123);
- le Laboratoire Chicade (INB 156);
- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164);
- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169);
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate, INB 171);
- le Réacteur Jules Horowitz (RJH, INB 172) en construction.

Sur le centre de Cadarache, 10 installations sont à l'arrêt définitif et préparent (pour 7 d'entre elles, qui ont ou vont déposer leur dossier de démantèlement) ou réalisent (pour 3 d'entre elles, disposant d'un décret de démantèlement) leur démantèlement, 10 installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. L'ASN a en outre engagé ou poursuivi l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen, en cours sur 16 des 21 installations: Pégase-Cascad, Cabri, Rapsodie, STE, ATPu, ÉOLE, ATUe, MCMF, LPC, LECA-STAR, le parc d'entreposage, Phébus, Minerve, Chicade, Cedra et Magenta. Il est à noter que 10 rapports ont été déposés en 2017. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

Installation Pégase-Cascad

– Centre du CEA

Le réacteur [Pégase](#) a été mis en service en 1964 puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par [décret du 17 avril 1980](#), le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation [Pégase](#) (INB 22) pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

Cette installation, qui ne répond pas aux exigences de sûreté actuelles des installations d'entreposage, n'a plus reçu de substances radioactives à des fins d'entreposage depuis 2008 et a désentreposé une grande partie de son terme source. Le CEA a sollicité un report de la prescription de l'ASN portant sur le désentreposage total de l'installation avant fin 2018, dont les modalités compensatoires sont en cours d'instruction par

l'ASN. L'arrêt définitif de l'installation est prévu pour fin 2023 et le dossier de démantèlement attendu pour fin 2019.

L'installation [Cascad](#), autorisée par le [décret du 4 septembre 1989](#) modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié. À la différence de Pégase, dont l'ASN a prescrit le désentreposage au plus tôt, Cascad présente un niveau de sûreté satisfaisant.

En 2018, l'ASN porte une appréciation globalement positive sur la sûreté de l'installation. Le CEA devra néanmoins clarifier le calendrier de certaines opérations de désentreposage de substances radioactives actuellement entreposées dans la piscine de Pégase.

Réacteur de recherche Cabri

– Centre du CEA

Le réacteur [Cabri](#) (INB 24), créé le 27 mai 1964, est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un réacteur à eau sous pression.

L'année 2018 a été marquée par le [premier essai actif du programme expérimental CIP](#) (*Cabri International Program*) dans la boucle à eau sous pression de l'installation rénovée, qui a été autorisé par l'ASN le 30 janvier 2018.

L'ASN estime que le niveau de sûreté du réacteur Cabri est satisfaisant.

Réacteur de recherche Rapsodie

– Centre du CEA

Le réacteur [Rapsodie](#) (INB 25) est le premier réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994 lors du lavage d'un réservoir de sodium. Le cœur est actuellement déchargé, les combustibles ont été évacués de l'installation, les fluides et les composants radioactifs ont été éliminés et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée. Par ailleurs, les derniers déchets contenant du sodium ont été évacués fin 2018 vers l'installation [Phénix](#) (INB 71) de Marcoule.

Le dossier de démantèlement de l'INB 25 a été transmis par l'exploitant fin 2014 et complété en 2016. Il a fait l'objet d'une enquête publique du 5 juin au 6 juillet 2018. L'ASN poursuit l'instruction de ce dossier.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de Rapsodie en 2018 est satisfaisant.



Station de traitement des déchets solides

– Centre du CEA

L'INB 37 du CEA de Cadarache comportait historiquement la Station de traitement des effluents (STE) et la Station de traitement des déchets (STD), regroupées en une unique installation. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'INB 37 a été séparée en deux [INB: 37-A \(STD\) et 37-B \(STE\)](#), par décisions [n° CODEP-DRC-2015-027232](#) et [n° CODEP-DRC-2015-027225](#) de l'ASN du 9 juillet 2015. Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par [arrêtés du 9 juin 2015](#).

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs MA-VL dits « faiblement irradiants » et « moyennement irradiants » avant leur entreposage dans l'installation Cedra (INB 164), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. La poursuite de fonctionnement de la STD nécessite des travaux de rénovation en vue de sa pérennisation, qui ont été prescrits en 2016, à l'issue de son deuxième réexamen périodique, par [décision n° CODEP-CLG-2016-015866](#) du président de l'ASN du 18 avril 2016 et dont l'achèvement est prévu pour 2021. Dans l'attente, des mesures compensatoires, portant notamment sur la limitation des quantités de substances radioactives dans l'installation et la protection contre l'incendie, sont appliquées.

L'exploitant a déclaré un événement classé au niveau 1 sur l'échelle INES, relatif à la chute d'un colis de déchets moyennement irradiants dans l'installation le 25 octobre 2017. Cette chute n'a été détectée et traitée comme un écart aux règles de fonctionnement de l'installation qu'en juillet 2018. L'ASN a diligemment une inspection réactive sur cet événement et a relevé d'une part l'absence, pendant 8 mois, de communication d'informations relevant d'un événement significatif à l'ASN, d'autre part le fait que le rapport sur le retour d'expérience des systèmes de préhension par ventouse (utilisés pour manutentionner ces colis), transmis par l'exploitant en réponse à une demande antérieure de l'ASN, était particulièrement lacunaire et ne mentionnait pas la chute de colis en question.

L'ASN estime que la culture de sûreté, la rigueur d'exploitation, la maîtrise des opérations sous-traitées ainsi que la relation de l'exploitant avec ses prestataires sur cette installation sont défaillantes et doivent être significativement améliorées.

Station de traitement des effluents actifs

– Centre du CEA

L'installation [STE](#) (INB 37-B) est à l'arrêt depuis le 1^{er} janvier 2014. Le dépôt du dossier de démantèlement a été prescrit pour décembre 2019, compte tenu, notamment, de la complexité de l'installation et du temps nécessaire à la caractérisation des sols et des équipements avant que le démantèlement ne soit engagé.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de l'INB 37-B en 2018 est globalement satisfaisant. Néanmoins, la caractérisation des sols a mis en évidence des marquages radioactifs anciens, qui ont fait l'objet de plusieurs déclarations d'événements significatifs au cours de l'année 2018. L'ASN reste tout particulièrement attentive au traitement de ces nouvelles informations relatives à l'état des sols et des canalisations par le CEA, notamment dans sa gestion des eaux pluviales, du fait de la contamination de certaines des surfaces sur lesquelles elles ruissellent.

Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique

– Centre du CEA

L'[ATPu](#) (INB 32) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux réacteurs à neutrons rapides ou expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux réacteurs à eau sous pression (REP) utilisant du combustible MOX. Les activités du [LPC](#) (INB 54) étaient associées à celles de l'ATPu : contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

L'évacuation des déchets et matières des installations s'est poursuivie de manière satisfaisante. Par ailleurs, l'appropriation des installations par le CEA, exploitant de l'installation depuis le 1^{er} janvier 2017 à la suite du transfert de responsabilité depuis Orano, est désormais satisfaisante.

L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection des installations en 2018 est globalement satisfaisant. Le suivi des charges calorifiques doit néanmoins être amélioré pour assurer une protection adéquate contre le risque d'incendie.

Réacteur de recherche Masurca

– Centre du CEA

Le réacteur [Masurca](#) (INB 39), dont la création a été autorisée par décret du 14 décembre 1966, était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de l'installation en avril 2015, dont l'instruction a abouti en mars 2018 avec la décision n° [CODEP-CLG-2018-019352](#) du président de l'ASN du 12 mars 2018 qui encadre la poursuite de fonctionnement de l'installation. Il a par ailleurs déclaré la mise à l'[arrêt définitif de l'installation au 31 décembre 2018](#).

La situation du réacteur Masurca en termes de sûreté nucléaire et de radioprotection en 2018 est globalement satisfaisante.



Réacteurs de recherche ÉOLE et Minerve

– Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux ÉOLE et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'1 kWe), qui permettent la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gammas ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur ÉOLE (INB 42), dont la création a été autorisée par décret du 23 juin 1965, était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des réacteurs à eau sous pression et à eau bouillante. Le réacteur Minerve (INB 95), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par décret du 21 septembre 1977, est situé dans le même hall que le réacteur ÉOLE. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017.

Le CEA a déposé en juillet 2018 le dossier de démantèlement de ces installations, dont l'instruction par l'ASN est en cours. En l'attente du démantèlement, des opérations de préparation au démantèlement, notamment d'évacuation de substances radioactives et dangereuses, ont eu lieu en 2018.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des réacteurs ÉOLE et Minerve, en 2018, est globalement satisfaisant. L'exploitant a déclaré, en septembre 2018, un événement significatif relatif à un transport de substances radioactives entre les deux installations, classé au niveau 1 de l'échelle INES en raison du non-respect de deux règles de transport interne.

Ateliers de traitement de l'uranium enrichi

– Centre du CEA

De 1963 à 1995, les ATUe (INB 52) assuraient la conversion en oxyde fritté de l'hexafluorure d'uranium en provenance des usines d'enrichissement et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décret en février 2006.

L'exploitant accuse des retards importants dans ces opérations de démantèlement, notamment en raison de la mauvaise évaluation de l'état radiologique de l'installation préalablement aux premières opérations de démantèlement. L'exploitant a, à ce titre, sollicité une modification de son décret en 2010, pour prendre en compte l'état radiologique réel de l'installation, qui a fait l'objet de plusieurs demandes de compléments de l'ASN et qui est toujours en cours d'instruction.

L'ASN a autorisé en 2018 le CEA à procéder au traitement des terres marquées radiologiquement situées dans le périmètre de l'installation.

L'ASN considère que le démantèlement des ATUe est conduit de manière assez satisfaisante.

Magasin central de matières fissiles

– Centre du CEA

Créé en 1968, le MCMF (INB 53) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières nucléaires le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

Laboratoire de haute activité LECA-STAR

– Centre du CEA

Le Laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA) et la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR), extension du LECA, constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour assurer sa tenue au séisme. Néanmoins, sa tenue à un niveau de séisme dit « séisme majoré de sécurité » n'est aujourd'hui pas acquise, et le CEA doit proposer à l'ASN une stratégie acceptable pour l'avenir de cette installation. Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

Le CEA a transmis à l'ASN les rapports de réexamen de l'installation LECA en juin 2014 et STAR en février 2018. Ces dossiers sont en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que la sûreté de l'INB 55 s'est maintenue à un niveau correct en 2018. L'ASN constate une bonne implication de l'encadrement dans les sujets de sûreté. Néanmoins, l'ASN reste vigilante sur la bonne prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains dans l'exploitation de l'installation. L'exploitant a en outre déclaré un événement significatif classé au niveau 1 sur l'échelle INES, pour sous-estimation de la masse de matière fissile contenue dans deux échantillons de gaine de combustible transférés du CEA Cadarache au CEA Saclay.

Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – Centre du CEA

L'INB 56, déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend 3 piscines, 6 fosses, 5 tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA. D'importants travaux de reprise et conditionnement de déchets anciens sont en cours depuis plusieurs années, et le dossier de démantèlement de l'installation a été transmis par le CEA à l'ASN en juin 2018.



L'ASN constate le retard qu'accusent les projets de reprise et conditionnement des déchets entreposés dans cette installation. Du fait des enjeux de sûreté et de radioprotection importants, les solutions techniques de reprise sont en effet complexes à concevoir et à déployer. Le CEA doit améliorer sa gestion de projet.

L'ASN considère que le management de la sûreté de l'INB 56 a nettement progressé ces dernières années, et atteint un niveau satisfaisant. En matière de protection de l'environnement, au-delà des actions de surveillance de la nappe phréatique au droit de l'INB, qui sont réalisées par l'exploitant de manière satisfaisante, l'ASN reste vigilante à la mise en conformité du système de gestion des eaux pluviales, considérant l'historique de l'exploitation et le marquage radiologique de certaines zones de l'installation.

Réacteur de recherche Phébus

– Centre du CEA

Le réacteur [Phébus](#) (INB 92) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 MWth qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

L'exploitant a transmis à l'ASN en février 2018 son dossier de démantèlement, qui est en cours d'instruction, conjointement avec son rapport de réexamen, déposé en 2017. Le calendrier initial d'évacuation des éléments combustibles irradiés, autorisé en 2017, n'a pas pu être respecté en 2018 à cause de l'indisponibilité de l'installation réceptrice (située sur le site CEA de Marcoule). L'ASN rappelle que le respect de ce jalon conditionne le démantèlement.

L'ASN dresse un bilan globalement satisfaisant de l'installation Phébus pour l'année 2018. La formalisation des modalités de surveillance des intervenants extérieurs doit néanmoins être améliorée.

Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles avancés

– Centre du CEA

Le [Lefca](#) (INB 123), mis en service en 1983, est un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés. Le Lefca effectue des études visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du cycle du combustible. Il réalise également de la recherche en matière de traitement de stabilisation et de reconditionnement de ces matières. En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires Atalante (INB 148) de Marcoule, d'une partie de ses activités de recherche et développement.



Inspection de l'ASN dans l'installation Cedra – octobre 2018

Le système de drainage des eaux souterraines afin de prévenir un risque de liquéfaction des sols en cas de séisme, dont l'implantation est prescrite par la [décision n° 2010-DC-0173](#) de l'ASN du 5 janvier 2010, a été mis en service en janvier 2018. De plus, les travaux de rénovation de la ventilation nucléaire de l'installation, nécessaires compte tenu de l'obsolescence des automates de pilotage, sont en cours et font l'objet d'une attention particulière de l'ASN.

Des prescriptions techniques ont été édictées pour encadrer la poursuite de fonctionnement de l'installation par la décision [n° CODEP-CLG-2018-034301](#) du président de l'ASN, du 5 juillet 2018. Par ailleurs, l'exploitant a déclaré, fin 2018, que la [mise à l'arrêt définitif de l'installation serait effective au plus tard le 31 décembre 2023](#).

L'ASN estime que le niveau de sûreté de l'installation est globalement satisfaisant.

Laboratoire Chicade – Centre du CEA

L'installation [Chicade](#) (INB 156) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- la caractérisation destructive ou non destructive d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants;
- le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires;
- le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre;
- l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.

L'ASN estime que l'exploitation de Chicade est globalement satisfaisante. Plusieurs événements significatifs relatifs à des rejets diffus de tritium ont été déclarés par l'exploitant à l'ASN en 2018, qui reste tout particulièrement attentive à la résorption, sur le long terme, de ces rejets diffus. Par ailleurs, le CEA doit tirer le retour d'expérience de défaillances matérielles, à l'origine d'autres événements significatifs.



Installation d'entreposage Cedra

– Centre du CEA

L'installation [Cedra](#) (INB 164) assure, depuis 2006, le traitement de déchets MA-VL et l'entreposage des colis de déchets dits « faiblement et moyennement irradiants », dans l'attente de filières de stockage appropriées.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de l'installation en novembre 2017. Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASN, qui porte une attention particulière au caractère exhaustif et à la bonne définition des critères d'acceptation retenus pour les colis entreposés.

L'ASN considère que, après plusieurs années marquées par des non-respects des spécifications d'acceptation et d'entreposage des colis, la gestion des colis et la sûreté associée aux opérations de réception, manutention, entreposage et surveillance des colis, se sont améliorées et sont désormais à un niveau globalement satisfaisant. Le CEA devra néanmoins fiabiliser ses systèmes de préhension par ventouse, source d'événements significatifs dans cette installation et dans d'autres au cours des dernières années.

Appréciation du centre CEA de Cadarache

En 2018, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache est assez satisfaisant. Elle relève cependant encore des disparités persistantes entre les installations du centre, et a notamment été amenée à utiliser ses pouvoirs de coercition à la suite de l'événement de chute de colis survenu dans l'INB 37-A et déclaré au niveau 1 de l'échelle INES.

Concernant l'exploitation des INB, l'ASN maintient son appréciation globalement positive de 2017 sur la gestion des compétences et des formations, le respect du référentiel d'exploitation et, de manière plus globale, les dispositions prises par la direction du centre en matière de radioprotection. Le pilotage de la sûreté nucléaire est globalement satisfaisant, mais le partage du retour d'expérience entre installations doit être amélioré. Le bilan est contrasté en matière de surveillance des prestataires et sous-traitants. Les interfaces entre l'exploitant nucléaire et ses prestataires doivent être améliorées, notamment pour les installations de support. À ce sujet, les bonnes pratiques observées dans certaines installations du centre gagneraient à être étendues à toutes les installations. L'ASN considère par ailleurs que le CEA doit poursuivre ses efforts concernant la protection contre le risque d'incendie, notamment dans sa maîtrise des charges calorifiques présentes dans les installations, la gestion des contrôles et essais périodiques et le respect des règles d'entreposage des déchets. Enfin, il a été constaté que seulement trois installations disposaient d'une protection contre la foudre appropriée. Un programme de mise en conformité est engagé.

L'ASN sera attentive à la bonne réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. Pour le CEA, elle constate que plusieurs projets portant sur la rénovation d'installations ou des projets d'installations neuves, indiqués dans les rapports de réexamen, ont par la suite été redéfinis ou abandonnés pour des raisons budgétaires. Dans certains cas, l'ASN pourra être amenée à restreindre les conditions d'exploitation, voire à demander l'arrêt de certaines installations anciennes.

Les décisions de l'ASN du 11 juillet 2017 encadrant les rejets, transferts d'effluents et la surveillance de l'environnement des installations civiles du centre de Cadarache, référencées

[2017-DC-0596](#) et [2017-DC-0597](#), sont en cours de déploiement par le CEA, qui doit finaliser son état des lieux visant à justifier de la conformité des installations à ces décisions. La gestion des eaux pluviales avant leur rejet doit notamment être améliorée pour certaines installations anciennes.

En matière de transport de substances radioactives interne au centre de Cadarache, l'exploitant respecte globalement les exigences de son référentiel. La traçabilité des contrôles réalisés lors de ces opérations et la surveillance des prestataires, lorsque cette activité est sous-traitée, doivent néanmoins progresser.

Le CEA doit par ailleurs réviser ses dispositions de gestion des situations d'urgence pour répondre aux exigences de la [décision n° 2017-DC-0592](#) de l'ASN du 13 juin 2017. Les principales améliorations attendues concernent les conventions de gestion de crise formées avec les organismes extérieurs, les exercices de crise, la formation et l'entraînement du personnel impliqué dans la gestion de crise et l'exploitation du retour d'expérience.

Concernant le retour d'expérience à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, le CEA a repris entièrement l'esquisse de son projet de centre de crise résistant aux aléas extrêmes, du fait de difficultés de gestion de projet et sollicité le report de sa mise en service auprès de l'ASN. L'ASN a ainsi modifié la date initialement prescrite pour la mise en service d'un centre de gestion de crise opérationnel et robuste aux aléas extrêmes par [décision n° 2019-DC-0661](#) du 31 janvier 2019. L'ASN souligne que les mesures compensatoires proposées par le CEA dans l'attente de disposer d'un centre de crise robuste aux aléas extrêmes devront être rapidement opérationnelles. D'importants jalons ont été franchis en 2018 dans les activités de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets radioactifs et des matières nucléaires historiques, notamment la fin des opérations de vidange des piscines P1 et P2 du Parc d'entreposage (INB 56) et la fin de l'évacuation des objets sodés encore présents dans l'installation Rapsodie (INB 25). L'ASN relève par ailleurs que les jalons d'évacuation des déchets et des combustibles sont correctement suivis.



Magasin d'entreposage Magenta

– Centre du CEA

L'installation [Magenta](#) (INB 169), qui remplace le [MCMF](#), en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Le désentreposage du MCMF, qui a pris fin en décembre 2017, a permis une baisse des activités dans l'installation. En 2018, le CEA a transmis un dossier lié à la demande d'autorisation de mise en service des nouvelles boîtes à gants, dont l'instruction est en cours.

La sûreté de l'installation est satisfaisante. Le CEA devra néanmoins s'assurer du maintien des compétences, compte tenu des évolutions notables de personnels dans l'installation.

Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Centre du CEA

L'installation [Agate](#) (INB 171), mise en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B en démantèlement, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

L'évaporateur de l'installation Agate n'a pas pu être utilisé du 1^{er} août 2017 au 8 octobre 2018. En effet, l'inspection périodique de cet évaporateur a été interrompue par la découverte de dépôts sur les parois internes de la cuve. Le CEA a procédé au retrait de ces dépôts et a remis en service l'évaporateur en 2018. Cette découverte fortuite a mis en relief la nécessité, pour le CEA, de disposer de capacités d'entreposage d'effluents radioactifs tampons dans l'installation et dans les installations productrices d'effluents, dont les volumes augmentent significativement lors des périodes d'indisponibilité de l'évaporateur.

L'ASN considère que la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont assurées à un niveau globalement satisfaisant dans l'installation Agate.

Projet de Réacteur Jules Horowitz

– Centre du CEA

Le [Réacteur Jules Horowitz](#) (RJH, INB 172), en cours de construction sur le site de Cadarache depuis 2009, est un réacteur d'irradiation technologique à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth.

Les travaux de construction de l'installation RJH ont continué en 2018, notamment par la poursuite de la réalisation du cuvelage des piscines des bâtiments « réacteur » et « annexe nucléaire » et par la mise en place des portes des cellules chaudes. Par ailleurs, la fabrication de gros équipements, hors site, est toujours en cours.

L'ASN considère que le chantier de construction du RJH est géré de manière satisfaisante par le CEA. La gestion et la correction des écarts sont réalisées avec rigueur et efficacité.

L'ASN instruit la demande du CEA, adressée au ministre chargé de la sûreté nucléaire, de reporter de quatre ans le délai prévu pour la mise en service de l'installation consécutivement à des retards dans les travaux de construction. L'exploitant devra clarifier en 2019 sa stratégie globale de mise en service de l'installation.

ITER

L'installation [ITER](#) (INB 174), en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache et adossé aux installations du CEA, sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 s). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, de l'Inde, du Japon, de la Russie, de l'Union européenne et des États-Unis, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

En raison de retards pris dans l'avancement du projet et dans certaines actions de R&D nécessaires à sa conception, l'ASN a encadré, par [décision n° 2017-DC-0601](#) du 24 août 2017, la nouvelle stratégie de mise en service progressive de l'installation jusqu'en 2035. La construction des bâtiments de site s'est poursuivie en 2018, ainsi que la fabrication des équipements nécessaires à la réalisation du premier plasma, prévue à horizon 2025.

Au cours de l'année 2018, l'ASN s'est également positionnée favorablement sur les modifications envisagées par l'exploitant sur le système de limitation de la pression dans la chambre à vide et le système de refroidissement, qui constituent des systèmes de sûreté majeurs. L'exploitant devra néanmoins transmettre des études et analyses de sûreté complémentaires portant sur l'impact de ces modifications et rendre compte de l'avancement de son plan d'action en matière de maîtrise du risque d'explosion d'hydrogène et de poussière.

Les inspections de l'Organisation ITER menées par l'ASN concluent à une prise en compte satisfaisante des exigences de sûreté par l'ensemble de la chaîne d'intervenants extérieurs, dès la conception de l'installation. Des améliorations ont été constatées pour les lots à la charge de l'agence européenne. La détection et le traitement des écarts à la sûreté devront néanmoins être renforcés, en veillant à la qualité de l'analyse des causes. En effet, le non-respect d'une exigence définie concernant une épaisseur minimale d'un voile, non détecté par l'exploitant ni par sa chaîne d'intervenants extérieurs, a été mis en évidence lors d'une inspection de l'ASN en décembre 2018.



Ionisateur Gammaster

La société Stéris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé Gammaster et situé dans la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les aseptiser, les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de Gammaster reste satisfaisant en 2018. Il apparaît néanmoins nécessaire que l'exploitant poursuive ses efforts en matière de gestion des opérations de maintenance.

UN 2917

**RADIOACTIVE MATERIAL
TYPE B(M) PACKAGE NON-FISSILE**

UN 2917, RADIOACTIVE MATERIAL,
TYPE B(M) PACKAGE, 7



RADIOACTIVE III

CONTENTS

Co-60
13.7716 TB1

ACTIVITY

1.7

TRANSPORT INDEX

7

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

1	L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants _____ 90	2	Les différentes sources de rayonnements ionisants _____ 94	3	La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants _____ 97
1.1	Les effets biologiques et les effets sanitaires	2.1	Les rayonnements d'origine naturelle	3.1	Les doses reçues par les travailleurs
1.2	L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants	2.1.1	Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)	3.1.1	La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires
1.3	Les incertitudes scientifiques et la vigilance	2.1.2	Le radon	3.1.2	L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés
1.3.1	La radiosensibilité	2.1.3	Les rayonnements cosmiques	3.1.3	L'exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques
1.3.2	Les effets des faibles doses	2.2	Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines	3.2	Les doses reçues par la population
1.3.3	La signature moléculaire dans les cancers radio-induits	2.2.1	Les installations nucléaires de base	3.2.1	Les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires
		2.2.2	Le transport de substances radioactives	3.2.2	L'exposition de la population aux rayonnements naturels
		2.2.3	Les activités nucléaires de proximité	3.3	Les doses reçues par les patients
		2.2.4	La gestion des déchets radioactifs	3.4	L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)
		2.2.5	La gestion des sites contaminés		
		2.2.6	Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle		

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

Les rayonnements ionisants peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine. Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de radon en provenance du sous-sol et de l'exposition aux rayonnements cosmiques.

Les activités nucléaires sont définies par le Code de la santé publique (CSP) comme « *les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou*

de matériaux contenant des radionucléides naturels... ». Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport des substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de sûreté nucléaire et de radioprotection, sont présentés au chapitre 2.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, les INB sont, comme toute installation industrielle, à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

1 — L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

1.1 — Les effets biologiques et les effets sanitaires

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple un électron (rayonnement bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants interagissent avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transforment chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

Ces effets, appelés « effets déterministes », sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été observés assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, citons par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte. Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est elle-même importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui

subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un laps de temps variable (5 à 20 ans après l'exposition).

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite).

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de soixante ans d'une cohorte d'environ 85 000 personnes irradiées à Hiroshima et Nagasaki a permis de faire régulièrement le point sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'accident de Tchernobyl qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions proches du lieu de l'accident un excès de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance. Les conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima pour les populations avoisnantes ne sont pas encore suffisamment connues et analysées pour en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit apparaît pour différents niveaux d'exposition et n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer

pour une population d'âge et de sexe donnés. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques ou aléatoires.

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers liés à une exposition aux rayonnements ionisants, aussi appelés cancers radio-induits ; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

1.2 – L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

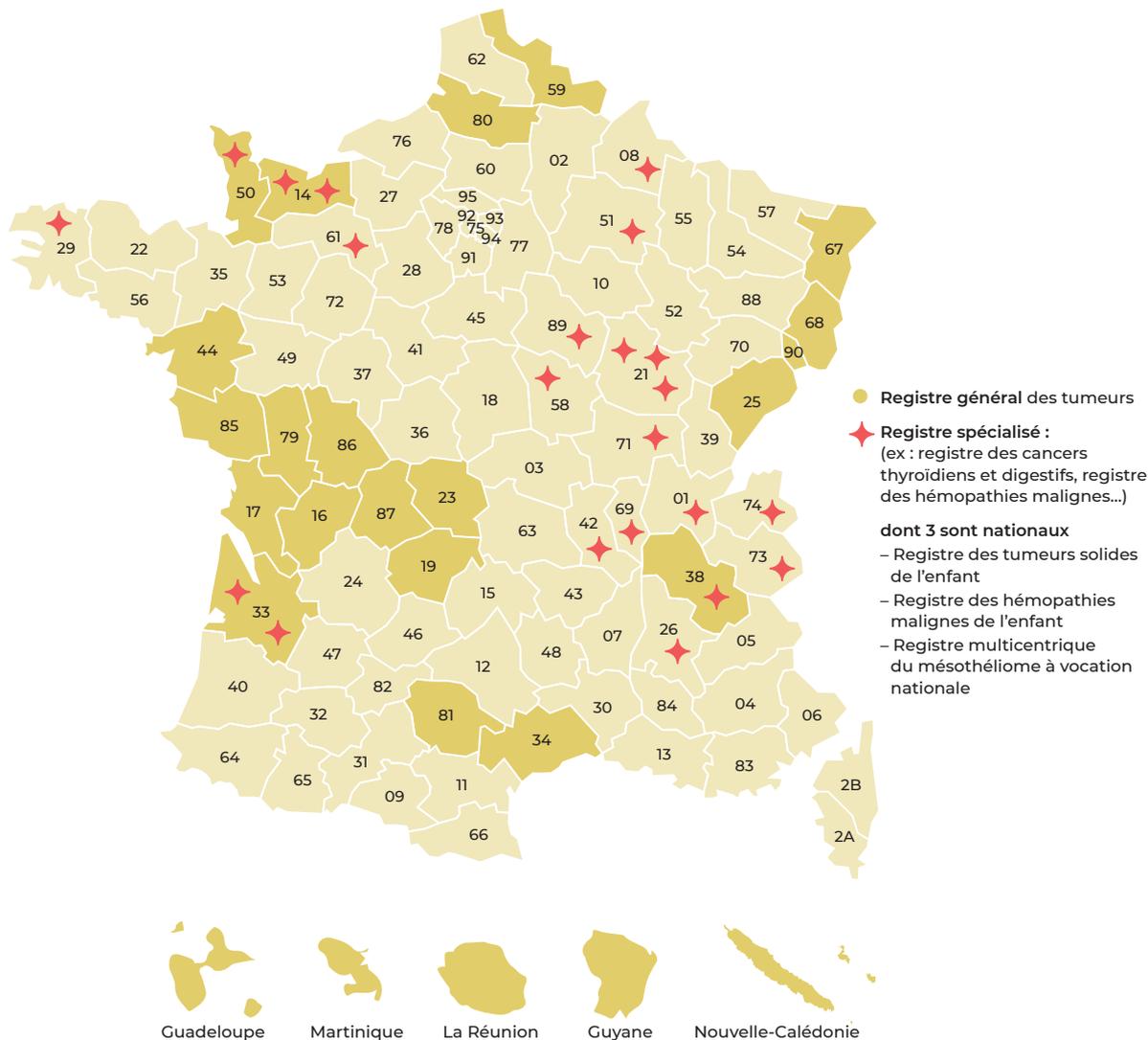
La surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée en France sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes de décès et s'appuie, plus récemment, également sur l'exploitation des données du Programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé (PMSI) et sur les déclarations d'affection de longue durée (ALD). Les registres sont des structures qui réalisent « un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins

de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées ». On dénombre actuellement 32 registres de cancer en France. Certains dits généraux s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou inter-départemental ; d'autres, dits spécialisés, se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent l'un le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).

Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en termes d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux). Cependant, les registres ne couvrent pas nécessairement les régions proches des installations nucléaires.

Les différents registres de cancer en France (2018)



L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins à permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce qui est notamment constaté pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

Les cohortes comme celle de Hiroshima et Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, alors que l'exposition moyenne est de l'ordre de 200 mSv; des études sur des travailleurs du nucléaire, publiées durant ces dernières années, suggèrent des risques de cancer à des doses plus faibles (doses cumulées sur plusieurs années).

Ces résultats soutiennent la justification d'une protection radiologique des populations exposées aux faibles doses de rayonnements ionisants (travailleurs de l'industrie nucléaire, personnels médicaux, exposition médicale à finalité diagnostique...).

En l'absence de données sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire, sans seuil, les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement en cours pour étoffer ces modélisations.

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ([UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation](#)), la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)) a publié les coefficients de

risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1 % d'excès de risque par sievert (Sv) pour les travailleurs et 5,5 % par sievert pour la population générale (voir [publication CIPR 103](#)).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon^(*) repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 Bq/m³) sur une durée de vingt à trente ans. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) en a fait une synthèse et recommande, pour le public, un niveau d'exposition annuelle maximale situé entre 100 et 300 Bq/m³. La [publication 115](#) de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs, trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'Agence nationale de santé publique (2018), le nombre de nouveaux cas de cancers du poumon attribuables au radon en France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (près de 69 000). À l'initiative de l'ASN, un plan national d'action pour la gestion des risques liés au radon a été mis en place depuis 2004, il est périodiquement réactualisé (voir point 3.2.2).

Les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

En 2007, la CIPR a publié de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes ([publication 103](#)). Depuis, la CIPR actualise les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe qui tiennent compte de ces dernières recommandations. Sa dernière [publication 137](#) (2017), intitulée « Incorporation de radionucléides en milieu du travail – Partie 3 », porte sur quatorze radioéléments, dont le radon.

Les doses délivrées par le radon et ses descendants dépendent de nombreux paramètres (variabilité des situations d'exposition, des individus, etc.).

Les précédents coefficients de dose pour l'exposition au radon et à ses descendants, recommandés par la CIPR ([publication 65](#) – 1993), reposaient sur une approche épidémiologique. La publication 115 de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes ayant été exposés de façon chronique à de faibles concentrations

de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993.

Les coefficients de dose pour le radon issus de la publication 137 de la CIPR (2017) reposent sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

Compte tenu de ces évolutions et dans l'attente d'une mise à jour de la réglementation^(*) pour actualiser les coefficients de dose à mettre en œuvre pour le radon et ses descendants, l'ASN a saisi le Groupe permanent d'experts en radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement ([GPRADE](#)) afin d'identifier les difficultés que pourrait soulever l'application des nouveaux coefficients de la CIPR (publication 137 - 2017). Le rapport du GPRADE est attendu en 2019.

(*) [Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.](#)

1. Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.

1.3 – Les incertitudes scientifiques et la vigilance

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les risques sans toutefois les supprimer, qu'il s'agisse par exemple des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des INB. De nombreuses incertitudes subsistent; elles conduisent l'ASN à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

1.3.1 – La radiosensibilité

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé des personnes varient d'un individu à l'autre. On sait par exemple, depuis que cela a été énoncé pour la première fois par Bergonié et Tribondeau en 1906, que la même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

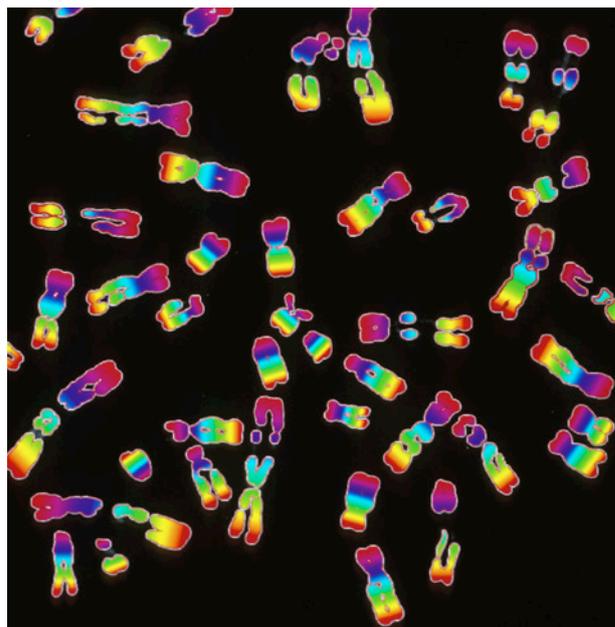
Par ailleurs, la variabilité de la radiosensibilité individuelle aux fortes doses de rayonnements ionisants a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire, ils peuvent chez ces personnes conduire à des « brûlures radiologiques ».

Aux faibles doses, il existe une radiosensibilité cellulaire et individuelle qui pourrait concerner environ 5 à 10% de la population. Grâce à l'abaissement des seuils de détection, les méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les effets biochimiques et moléculaires d'une simple radiographie deviennent visibles et mesurables. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes d'investigation apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales.

La surveillance de la radiosensibilité individuelle dans le cadre d'une prise en charge médicale, par des tests validés, n'est pas encore pleinement opérationnelle malgré les progrès de la recherche en cours.

La variabilité de la réponse individuelle aux rayonnements ionisants a fait l'objet en 2018 de plusieurs avancées :

- un nombre croissant de publications à ce sujet tant sur les aspects cliniques où elle se manifeste, notamment les complications de la radiothérapie du fait d'une radiosensibilité accrue ou l'apparition précoce de cancers du fait d'une radiosusceptibilité accrue, que sur les mécanismes cellulaires et tissulaires sous-jacents;
- la tenue d'un séminaire international dédié du groupe de recherche européen MELODI à Malte en mai 2018 dont les travaux sont en cours de publication;
- la création en octobre 2018 par la CIPR d'un groupe de travail (TG111) dédié à ce sujet avec pour objectif de produire des recommandations de radioprotection sur la base des connaissances acquises.



Les chromosomes, par paires, possèdent des bandes de coloration caractéristiques (Inserm)

La réponse individuelle aux rayonnements ionisants s'impose ainsi progressivement comme un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection.

1.3.2 – Les effets des faibles doses

• La relation linéaire sans seuil

L'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), aussi commode soit-elle sur un plan réglementaire, aussi prudente soit-elle sur un plan sanitaire, n'a pas toute l'assise voulue sur un plan scientifique. Certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. Mais, face à la complexité des phénomènes de réparation et de mutation de l'ADN, face aux limites méthodologiques de l'épidémiologie, des incertitudes demeurent et la précaution s'impose pour les décideurs publics.

• La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à la contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs du nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

• Les effets héréditaires

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants chez l'homme reste incertaine. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de

Hiroshima et de Nagasaki. Cependant, des effets héréditaires ont été bien documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal : les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales sont transmissibles à la descendance. La mutation récessive d'un gène sur un chromosome ne donnera aucun signe clinique ou biologique tant que le même gène porté par l'autre chromosome homologue ne sera pas atteint ; si elle n'est pas nulle, la probabilité de ce type d'événement reste cependant faible.

• La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but d'empêcher ou de réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par l'effet des atteintes portées à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la Charte constitutionnelle de l'environnement. La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 (CIPR [108](#), [114](#) et [124](#)).

1.3.3 — La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogénèse une cellule apparaît présentant une combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures...) en des points névralgiques pour franchir ces étapes. Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal...) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogénèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogénèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogénèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. C'est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

2 — Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 — Les rayonnements d'origine naturelle

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (cosmique ou tellurique), représente en moyenne environ 65% de l'exposition totale annuelle.

2.1.1 — Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols, mais aussi à une exposition interne par inhalation de particules remises en suspension, par ingestion de denrées alimentaires ou d'eau de consommation. Les teneurs en radionucléides naturels dans les sols sont extrêmement variables. Les valeurs des débits de dose d'exposition externe, à l'air libre, s'échelonnent en France, selon les régions, entre quelques nanosieverts/heure (nSv/h) et 100 nSv/h.

Les valeurs de débit de dose à l'intérieur des habitations sont généralement plus élevées du fait de la contribution des matériaux de construction (environ 20% en plus, en moyenne).

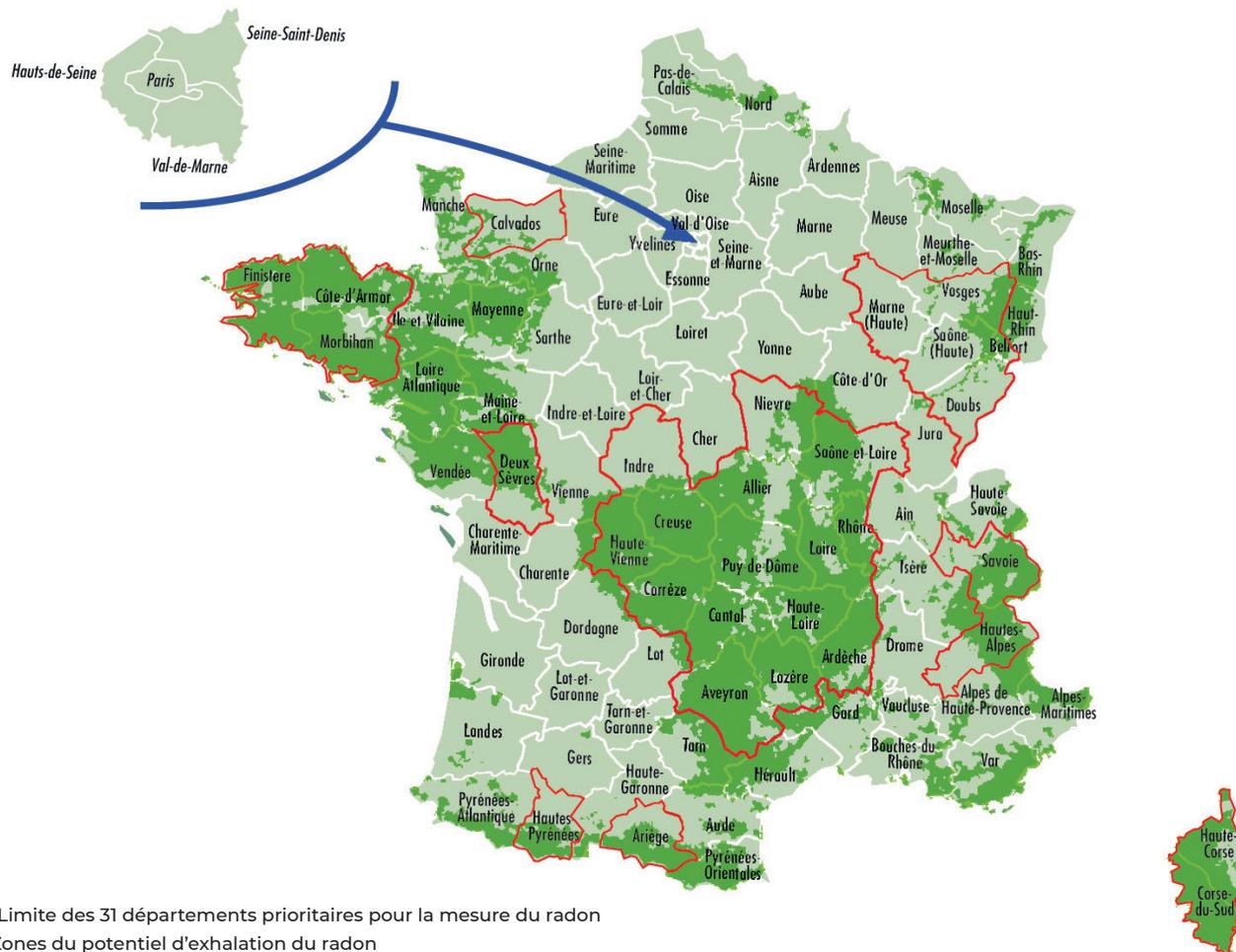
À partir d'hypothèses sur les temps de présence des individus à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 90%

et 10%), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France à environ 0,5 mSv par personne et par an.

Les doses dues à l'exposition interne d'origine naturelle varient selon les quantités incorporées de radionucléides des familles de l'uranium et du thorium de la chaîne alimentaire, lesquelles dépendent des habitudes alimentaires de chacun. Selon l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN, 2015), la dose moyenne par individu serait de l'ordre de 0,32 mSv par an. La concentration moyenne du potassium-40 dans l'organisme représente environ 55 Bq par kg de masse corporelle ; il en résulte une dose efficace annuelle moyenne de l'ordre de 0,18 mSv.

Les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en descendants de l'uranium et du thorium mais aussi en potassium-40 varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. Pour les eaux présentant une radioactivité élevée, la dose efficace annuelle résultant d'une consommation quotidienne (deux litres par habitant et par jour) peut atteindre quelques dizaines ou centaines de microsieverts (µSv).

Potentiel d'exhalation du radon en France métropolitaine (source IRSN)



2.1.2 _ Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements) et de la ventilation des pièces.

L'exposition au radon dit « domestique » (radon dans les habitations) a été estimée par l'IRSN lors de campagnes de mesures qui ont donné lieu ensuite à des analyses statistiques (voir irsn.fr). La valeur moyenne des activités mesurées en radon a ainsi été estimée en France à 63 Bq/m³, avec environ la moitié des résultats inférieurs à 50 Bq/m³, 9 % supérieurs à 200 Bq/m³ et 2,3 % au-dessus de 400 Bq/m³.

Ces mesures ont permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains (voir carte). En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par [arrêté interministériel du 27 juin 2018](#).

À terme, la nouvelle obligation faite aux laboratoires de dosimétrie de transmettre à l'IRSN les résultats des dosimètres devra permettre d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France (voir le [3^e plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon](#) publié en janvier 2017 et accessible sur asn.fr).

2.1.3 _ Les rayonnements cosmiques

Les rayonnements cosmiques de composantes ionique et neutronique sont aussi accompagnés de rayonnement électromagnétique. Au niveau de la mer, le débit de dose résultant du rayonnement électromagnétique est estimé à 32 nSv/h et celui résultant de la composante neutronique à 3,6 nSv/h.

En prenant en compte le temps moyen passé à l'intérieur des habitations (l'habitat atténué la composante ionique des rayonnements cosmiques), la dose efficace individuelle moyenne dans une commune située au niveau de la mer, en France, est de 0,27 mSv/an, alors qu'elle peut dépasser 1,1 mSv/an dans une commune qui serait située à environ 2800 m d'altitude. En moyenne, la dose efficace annuelle par individu en France est de 0,32 mSv. Elle est inférieure à la valeur moyenne mondiale de 0,38 mSv par an publiée par l'UNSCEAR.

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

2.2 — Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB ;
- le transport de substances radioactives ;
- les activités nucléaires de proximité ;
- l'élimination des déchets radioactifs ;
- la gestion des sites contaminés ;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

2.2.1 — Les installations nucléaires de base

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent, à un régime juridique spécifique. Les installations nucléaires de base (INB) sont définies à l'article L. 593-2 du code de l'environnement :

- 1° les réacteurs nucléaires ;
- 2° les installations, répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
- 3° les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;
- 4° les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;
- 5° les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'article L. 542-10-1.

Les installations relèvent du régime des INB, régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du [code de l'environnement](#) et les textes pris pour leur application.

La liste des INB au 31 décembre 2018 figure en annexe de ce rapport.

• La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la sûreté nucléaire est celui de la responsabilité de l'exploitant (voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures...).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

2.2.2 — Le transport de substances radioactives

Lors du transport de substances radioactives, les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- la robustesse de l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'un incident ou d'un accident.

2.2.3 — Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la médecine (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées), la biologie, la recherche, l'industrie, mais aussi les applications vétérinaires ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

2.2.4 — La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des déchets dont certains sont radioactifs. Les trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin :

- de s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage) ;
- d'optimiser les filières de gestion de déchets.

2.2.5 — La gestion des sites contaminés

La gestion des sites contaminés du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

2.2.6 _ Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines, justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentrations susceptibles d'accroître, de manière

significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries; on peut citer:

- la production pétrolière et gazière, d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment;
- l'extraction de terres rares et de granits;
- les activités de fonderie d'étain, du plomb ou du cuivre.

Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Ces activités sont considérées, depuis juin 2018, comme des installations classées pour la protection de l'environnement.

3 _ La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 4,5 mSv (voir diagramme 1) par personne et par an, mais cette exposition présente une grande variabilité individuelle, notamment selon le lieu d'habitation et le nombre d'exams radiologiques réalisés (source: [IRSN 2015](#)). La dose efficace individuelle annuelle moyenne peut ainsi varier selon les départements d'un facteur

pouvant atteindre cinq. Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française.

Ces données restent cependant trop imprécises pour identifier, pour chaque catégorie de sources d'exposition, les catégories ou groupes de personnes les plus exposés à l'exception du risque radon.

3.1 _ Les doses reçues par les travailleurs

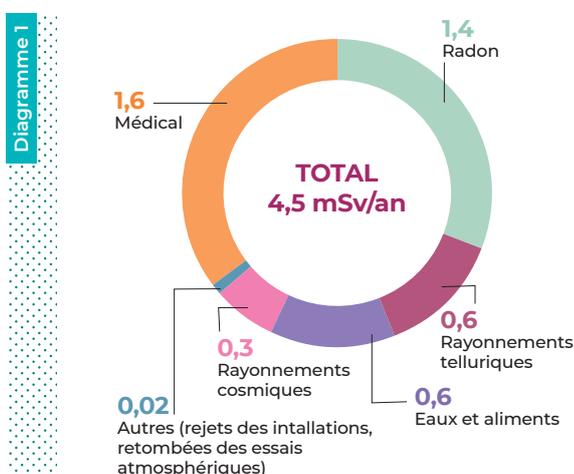
3.1.1 _ La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

Le système de surveillance des expositions des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies. Fondé principalement sur le port obligatoire du dosimètre passif pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en termes de dose efficace, est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne; d'autres limites, appelées limites de dose équivalente, sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains et le cristallin (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque personne travaillant dans les installations nucléaires, y compris celles des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée (mensuelle ou trimestrielle). Elles sont rassemblées dans le Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ([Siseri](#)) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle. L'exposition des travailleurs au radon n'est pour le moment pas intégrée dans le dispositif de surveillance.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du [bilan IRSN 2017](#) relatif à l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France. Sur le plan méthodologique, le bilan IRSN de l'année 2017 marque une évolution importante. En effet, le bilan 2017 de l'exposition externe a été exclusivement élaboré

Exposition moyenne aux rayonnements ionisants de la population en France (mSv/an)*



Source: IRSN 2015.

* Ce diagramme ne prend pas en compte les données publiées dans la CIPR 167 de janvier 2018.

Sources et voies d'exposition aux rayonnements ionisants



- > Irradiation externe
- - - -> Contamination interne par inhalation de substances radioactives
-> Contamination cutanée



- > Irradiation externe
- - - -> Contamination interne par ingestion de denrées contaminées
-> Contamination cutanée et ingestion involontaire

à partir des données enregistrées dans Siseri contrairement aux années précédentes où le bilan était établi par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. En conséquence, les résultats 2017 ne sont pas directement comparables à ceux publiés dans les rapports précédents. Néanmoins, à des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2017, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective (la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné) et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande inégalité de la répartition des doses selon les secteurs. Par exemple, le secteur des activités médicales et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (proche de 58%), ne représente que 18% de la dose collective; par contre, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 20% des effectifs, comptabilise plus de 70% de la dose collective. Le secteur industriel quant à lui représente 4% des effectifs et comptabilise 5% de la dose collective.

Le tableau 3 montre que le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie externe passive est en augmentation de 1% par an depuis 2015.

En 2017, la dose collective atteint 53,5 homme.Sv, valeur en baisse d'environ 20% par rapport à l'année 2016. Cette diminution est liée majoritairement à une baisse d'activité dans le domaine du nucléaire. En particulier, le volume des activités de maintenance chez EDF est moindre que celui de 2016.

Le nombre de travailleurs surveillés dont la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv, est stable (1 à 2 dépassements

annuels) depuis 2015; deux dépassements de la limite de dose efficace annuelle ont été observés en 2017 (dose efficace de 40,7 mSv pour un travailleur du secteur du contrôle non destructif et une dose efficace de 43,7 mSv pour un travailleur du secteur médical) (voir diagramme 2).

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2017 est de 27 949 (soit 8% de l'effectif suivi). Sur l'ensemble des effectifs suivis, il y a eu quatre cas de dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités de 500 mSv, tous dans le secteur de la radiologie interventionnelle (les dépassements se situent entre 510 mSv et 1 270 mSv).

Pour la deuxième année consécutive, des données relatives à la surveillance de l'exposition du cristallin sont disponibles. Deux mille cinq cent cinq personnes ont fait l'objet d'une surveillance de l'exposition au cristallin. La dose maximale enregistrée est de 44,1 mSv et concerne le domaine des utilisations médicales. Cette valeur est à mettre en regard de la nouvelle limite réglementaire de dose au cristallin : valeur cumulée de 100 mSv sur cinq ans, sans excéder 50 mSv la même année (20 mSv/an à partir de 2023).

Le bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs en 2017, publié par l'IRSN en juin 2018, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements ionisants puisque, pour 96% des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). Les dépassements des valeurs limites réglementaires restent exceptionnels.

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2017)

Tableau 1		NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (HOMME.SV*)	DOSE INDIVIDUELLE > 20 MSV
	Réacteurs et production d'énergie (EDF)	24 961	5,73	0
	Cycle du combustible; démantèlement	12 579	3,65	0
	Transport	800	0,07	0
	Logistique et maintenance (prestataires)	29 794	26,56	0
	Effluents, déchets	608	0,07	0
	Autres	6 313	1,05	0
	Total nucléaire civil	75 055	37,13	0

(Source : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, juin 2018)

* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes données.

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2017)

Tableau 2		NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (HOMME.SV*)	DOSE INDIVIDUELLE > 20 MSV
	Médecine	154 264	8,07	1
	Dentaire	35 506	1,41	0
	Vétérinaire	19 151	0,33	0
	Industrie	14 426	2,64	1
	Recherche	12 117	0,28	0
	Autres	40 837	1,95	0

(Source : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, juin 2018)

* Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective.

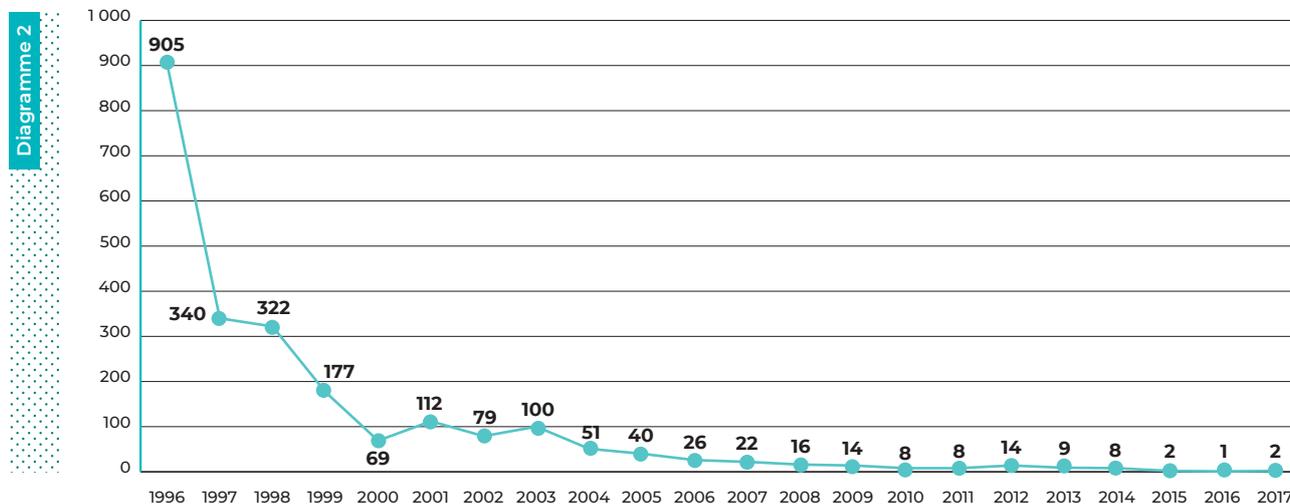
Évolution des effectifs suivis tous domaines confondus et de la dose collective de 2015 à 2017(*)

Tableau 3	ANNÉE	EFFECTIF SUIVI	DOSE COLLECTIVE (HOMME.SV)	DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (MSV)
	2015	352 641	65,61	0,76
	2016	357 527	66,71	0,73
	2017	360 694	53,52	0,72

(Source : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, juin 2018)

* À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique

Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv, de 1996 à 2017



Source : IRSN

Bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs aux rayonnements ionisants (hors radioactivité naturelle) en 2017

(Source : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, juin 2018)

- Effectif total surveillé : 360 694 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose est restée inférieure au seuil d'enregistrement : 285 856 travailleurs, soit plus de 79 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv : 61 927 travailleurs, soit environ 17 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv : 12 911 travailleurs, soit plus de 3,6 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv : 2 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose aux extrémités a dépassé 500 mSv : 4 travailleurs
- Dose collective (somme des doses individuelles) : 53,5 homme.Sv
- Dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,72 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition interne (hors radioactivité naturelle) en 2017

- Nombre d'exams de routine réalisés : 243 871 (dont moins de 0,7 % considérés positifs)

- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique : 439 travailleurs
- Nombre d'exams de surveillance spéciale ou de contrôle réalisés : 9 159 (dont 12 % sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv : 3 travailleurs

Bilan de la surveillance de l'exposition aux rayonnements cosmiques en 2017 (aviation civile)

- Dose collective pour 22 600 personnels navigants : 46,9 homme.Sv
- Dose individuelle annuelle moyenne : 2,1 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2017

- Exposition externe :
 - dose collective pour 1 425 travailleurs : 61 homme.mSv
 - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,22 mSv
- Exposition interne :
 - dose collective pour 375 travailleurs : 76 homme.mSv
 - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,60 mSv

En conclusion, comme les années précédentes, le bilan des doses reçues par les travailleurs en 2017 est resté stable, la dose annuelle reçue est restée inférieure à 1 mSv pour environ 96 % des travailleurs susceptibles d'être exposés, et deux dépassements de la limite annuelle de 20 mSv sont à noter. La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite constitue les principaux objectifs de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine des pratiques médicales interventionnelles radioguidées.

3.1.2 — L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés

L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères) ou de l'inhalation de radon, formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts mal ventilés, thermes) ou, encore, de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

Le [bilan des études réalisées en France depuis 2005](#), publié par l'ASN en janvier 2010, et les études plus récentes, montrent que 85 % des doses reçues par les travailleurs des industries concernées restent inférieures à 1 mSv/an. Les secteurs industriels où l'exposition des travailleurs est susceptible de dépasser 1 mSv/an sont les suivants : traitement du minerai de titane, fumisterie et recyclage de céramiques réfractaires, maintenance de pièces composées d'alliages au thorium dans l'aéronautique, traitement chimique du minerai de zircon, transformation mécanique et utilisation de zircon et traitement des terres rares. Les tendances observées et publiées en 2010 demeurent toujours valides au regard des dossiers reçus jusqu'en 2017. Une seule étude a été produite en 2017 (secteur des centrales thermiques au charbon). Les doses estimées sont toutes inférieures à 0,05 mSv/an.

3.1.3 — L'exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes ainsi que certains grands voyageurs sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des rayonnements cosmiques à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1^{er} juillet 2014, date d'entrée en vigueur de l'[arrêté du 17 juillet 2013](#) relatif à la carte de suivi médical et de suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, le dispositif Sievert permettant de calculer la dose de rayonnements cosmiques reçue par le personnel navigant lors d'un vol (système mis en place par la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), l'IRSN, l'Observatoire de Paris et l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (www.sievert-system.org), a évolué. C'est l'IRSN qui réalise le calcul des doses individuelles avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2017, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour dix compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total de 22 600 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2017, 19 % des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 81 % des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 5,5 mSv.

3.2 — Les doses reçues par la population

3.2.1 — Les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux Téléray, Hydrotéléray et Téléhydro) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute

variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant, en cas d'incident ou d'accident conduisant à des rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

Par contre, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur les populations vivant au voisinage immédiat des installations est ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient, selon le type d'installation et les habitudes de vie des groupes de référence retenus, de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation de sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl (Ukraine) peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, la dose efficace individuelle moyenne reçue actuellement due aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France métropolitaine est estimée entre 0,01 mSv et 0,03 mSv/an (IRSN 2001). Celles dues aux retombées des tirs atmosphériques avaient été estimées, en 1980, à environ 0,02 mSv; du fait d'un facteur de décroissance d'environ 2 en dix ans, les doses actuelles sont estimées inférieures à 0,01 mSv/an (IRSN 2015). En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de Fukushima (Japon), les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 ont montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses très inférieures à celles estimées pour l'accident de Tchernobyl et d'impact négligeable.

3.2.2 – L'exposition de la population aux rayonnements naturels

• L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2011) ont montré que 99,83% de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv/an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2013).

À partir de 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées sera obligatoire. Pour

accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN, et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la Direction générale de la santé ([avis n°2018-AV-0302](#) de l'ASN du 6 mars 2018 sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des EDCH).

• L'exposition due au radon

Depuis 1999, du fait du risque de cancer du poumon attribuable aux expositions prolongées au radon, des mesures obligatoires de radon doivent être réalisées périodiquement dans les lieux ouverts au public et notamment dans les établissements d'enseignements et dans les établissements sanitaires et sociaux. Depuis août 2008, cette surveillance obligatoire a été étendue aux lieux de travail situés dans les zones géographiques prioritaires.

Sur la base des résultats transmis par les organismes agréés par l'ASN pour la campagne 2017/2018, plus de 95% des dépistages ont été réalisés dans des établissements d'enseignement et des établissements sanitaires et médico-sociaux (respectivement 48% et 46% des dépistages). La concentration volumique en radon est inférieure au seuil d'action de 400 Bq/m³ pour 79% des établissements d'enseignement et 87% des établissements sanitaires et médico-sociaux dépistés.

Pour les établissements dont la concentration volumique en radon est supérieure à 400 Bq/m³, des actions simples de remédiation ou des travaux doivent être réalisés en vue d'abaisser la concentration volumique de radon en deçà de ce seuil. Ce seuil, réduit en juin 2018, est maintenant fixé à 300 Bq/m³. Près de 50% des contrôles après travaux réalisés par les organismes agréés par l'ASN ont permis de vérifier que la concentration volumique en radon était abaissée en dessous du seuil de 400 Bq/m³.

Les résultats des contrôles dans les lieux ouverts au public ne sont pas pertinents pour évaluer précisément les doses liées à l'exposition de la population du fait que l'exposition dans l'habitat constitue la part la plus importante des doses reçues au cours de la vie.

L'information et la sensibilisation du public et des principaux acteurs concernés par le risque radon (collectivités territoriales, employeurs...) sont donc essentielles et sont désormais inscrites en orientation stratégique de première priorité au sein du [3^e plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon](#). Ce plan national, pour la période 2016-2019, est piloté par l'ASN. Il a été publié en janvier 2017.

Dans ce nouveau plan, la stratégie d'information et de sensibilisation s'appuie sur les mesures législatives nouvelles adoptées en 2016. Parmi elles se distinguent en particulier l'information obligatoire des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers sur les risques sanitaires liés au radon dans l'habitat.

Le déploiement du 3^e plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon, qui accompagne la mise à jour de la réglementation dans ce domaine (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)) et la publication en juin 2018 de la nouvelle cartographie des communes considérées comme prioritaires vis-à-vis de ce risque, doit permettre d'intensifier la communication en direction du public afin de mieux le sensibiliser à ce risque. En concertation avec les administrations concernées (Agences régionales de santé (ARS), Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte)), les divisions territoriales de l'ASN sont engagées pour participer aux actions d'information mais aussi pour procéder à des contrôles, notamment dans les établissements recevant du public.

Les divisions territoriales de l'ASN en première ligne pour participer à la prévention du risque lié au radon dans les territoires

S'agissant de sa mission de contrôle des concentrations en radon dans les Établissements recevant du public (ERP), l'ASN a mené en Bourgogne-Franche-Comté trois inspections auprès des plus importants gestionnaires d'établissements d'enseignement. Ces inspections (auprès des conseils départementaux de la Nièvre et de Saône-et-Loire, respectivement gestionnaires de 30 et 51 collèges, et de la ville d'Autun, qui gère 7 écoles primaires) ont permis de vérifier que les demandes formulées par l'ASN en 2016 ont été prises en compte et que l'ensemble des établissements a fait l'objet d'un dépistage du radon. Des actions de remédiation sont en cours dans les 10% d'établissements de la région qui présentaient une concentration en radon supérieure au seuil d'action réglementaire.

En Auvergne-Rhône-Alpes, la division de Lyon de l'ASN a exercé son contrôle dans les ERP de 8 départements classés prioritaires pour la gestion du risque radon: le bilan de l'enquête à distance lancée en 2014 auprès des 80 plus importantes communes de la région chargées des écoles publiques a conduit l'ASN à relancer plus d'une dizaine de communes où la situation vis-à-vis de la gestion du risque radon n'était pas satisfaisante (absence de dépistage, absence d'action de remédiation en cas de dépassement en radon, absence de nouvelles mesures pour vérifier l'efficacité des travaux, etc.). En région PACA et en Occitanie, à noter également deux inspections dans les conseils départementaux des Hautes-Alpes et Lozère.

L'ASN a fait également porter ses efforts sur l'information des parties prenantes et du public. Aux côtés d'administrations (Dreal, ARS, Cerema) ou d'organisations partenaires (associations professionnelles, collectivités locales, etc.), elle sensibilise élus, professionnels du bâtiment, employeurs, responsables d'ERP et grand public au risque lié au radon et aux évolutions de la réglementation: c'est le cas en région Bourgogne-Franche-Comté où l'ASN participe depuis 2011 aux actions conduites par les partenaires de la « démarche pluraliste radon », qui a pour but de sensibiliser les collectivités territoriales, les professionnels du bâtiment et les particuliers aux risques induits par l'exposition au radon. La division de Dijon de l'ASN contribue également, depuis 2016, au projet franco-suisse Jurad-Bat qui vise à établir en 2019 une plateforme informatique transfrontalière

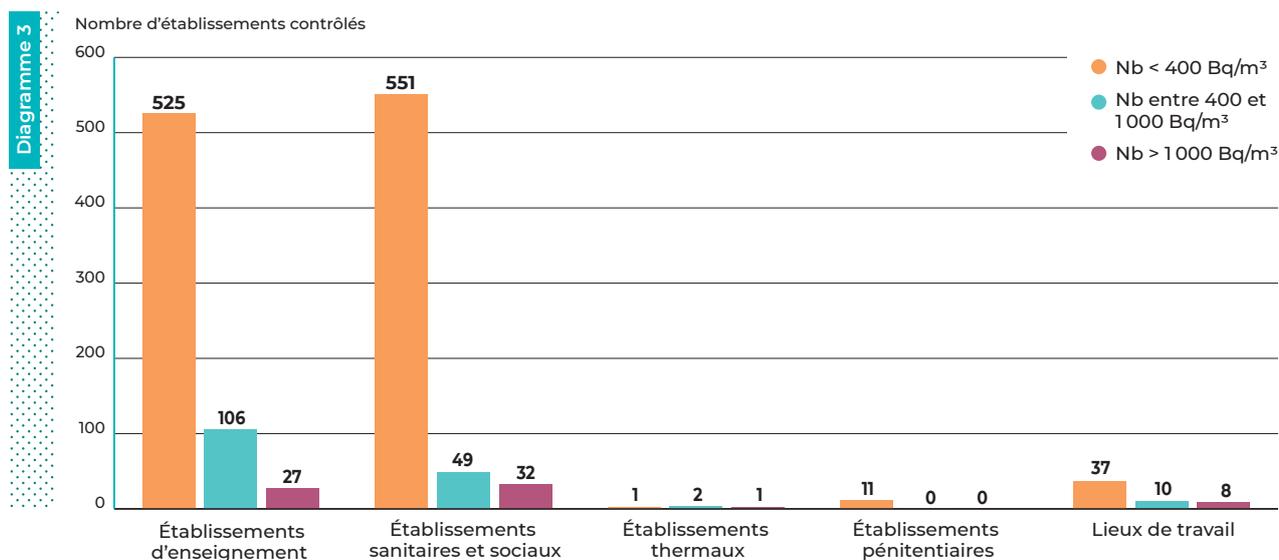
concourant notamment à intégrer le radon à la formation des professionnels du bâtiment.

En Bourgogne-Franche-Comté en 2018, l'ASN, l'Agence régionale de santé (ARS) et la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) ont en outre constitué un Comité d'orientation régional pour la gestion du risque radon (Comor) afin d'analyser le retour d'expérience des différentes initiatives conduites et en tirer un plan d'action coordonné couvrant l'ensemble de la région.

Dans le Grand Est, en lien avec l'ARS et ATMO – association de surveillance agréée pour la qualité de l'air –, l'ASN a participé à un séminaire d'information des élus locaux qui s'est tenu le 16 mai 2018 à Holtzwihr (Haut-Rhin). Environ 30 maires y ont participé. L'occasion pour l'ASN de leur présenter les nouvelles obligations incombant aux collectivités à la suite de la transposition en droit français de la Directive Euratom 2013/59. Action d'information également aux thermes de Niederbronn-les Bains et Morsbronn-les-Bains (Bas-Rhin) le 27 juillet 2018 avec l'ARS, la direction de deux établissements ayant décidé d'évaluer le risque lié au radon au niveau des postes de travail situés en sous-sol.

Enfin, en Pays de la Loire – dont les départements de la Loire-Atlantique, du Maine-et-Loire, de la Mayenne et de la Vendée ont entre 65% et 80% de leurs communes situées dans des zones à fort potentiel radon –, la division de Nantes de l'ASN a participé le 6 novembre 2018 à la première « Matinale du radon », qui a rassemblé plus de 80 représentants de collectivités locales, d'établissements d'enseignement, d'établissements sanitaires et sociaux, d'associations et de bureaux d'études. L'objectif de cette matinée, qui s'inscrivait dans le cadre du troisième plan régional santé environnement (PRSE3), était de présenter les nouvelles obligations réglementaires en matière de gestion du risque radon dans les ERP. Une présentation des nouvelles obligations en matière de droit du travail a aussi été réalisée. Enfin, cet événement a permis de décrire les nouvelles obligations dans le domaine de l'immobilier (information de l'acheteur et du locataire) et d'inciter les collectivités locales à mener des campagnes de mesure du radon dans l'habitat privé afin de sensibiliser le grand public.

Répartition des concentrations volumiques de radon selon les types d'établissements dépistés (en %), campagne 2017/2018



3.3 — Les doses reçues par les patients

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle progresse depuis une trentaine d'années du fait de l'augmentation du nombre d'exams radiologiques, notamment d'exams scanographiques, du vieillissement de la population, des stratégies déployées pour une meilleure prise en charge de patients, en particulier dans le cadre de la surveillance après traitement d'un cancer et des maladies coronariennes. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des exams radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,6 mSv pour l'année 2012 (rapport IRSN 2014) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 81,8 millions (74,6 millions en 2007), soit 1247 actes pour 1000 habitants et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2012 est très hétérogène. Ainsi, si environ un tiers de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), 85% de cette population n'a pas été exposée ou a reçu moins de 1 mSv. La dose efficace individuelle moyenne a augmenté de 23% entre 2007 et 2012 (elle était de 1,3 mSv en 2007).

La radiologie conventionnelle (54%), la scanographie (10,5%) et la radiologie dentaire (34%) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative en 2012 (71%) qu'en 2007 (58%), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,2%).

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (1 020 et 1 220 actes pour 1 000 individus en 2012). Malgré leur fréquence, les actes de radiologie dentaire dans cette population ne représentent que 0,5% de la dose collective.

À noter enfin :

- dans un échantillon d'environ 600 000 personnes bénéficiaires de l'assurance maladie, l'analyse des doses efficaces pour ces personnes, ayant effectivement eu un examen, montre que 70% d'entre elles ont reçu moins d'1 mSv, 18% entre 1 et 10 mSv, 11% entre 10 et 50 mSv et 1% plus de 50 mSv;

Le second plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale

La maîtrise des doses délivrées aux patients à des fins de diagnostic ou à visée thérapeutique conduit à agir sur l'appropriation des principes de justification et d'optimisation dans l'exercice des pratiques médicales faisant appel aux rayonnements ionisants.

Le [second plan d'action de l'ASN](#), publié en juillet 2018, vise à poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection des professionnels avec le renforcement des compétences et l'harmonisation des pratiques, dans un cadre réglementaire mis à jour. Les actions visent plusieurs domaines dont celui des ressources humaines et de la formation, celui de la qualité et de la sécurité des pratiques professionnelles et celui des équipements.

- à partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN (rapport 2015) rapporte qu'en 2015, 31,3% des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des fins diagnostiques (en hausse de 2% par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne mais équivalente pour la valeur médiane). Il est noté une grande disparité en fonction de l'âge ; avant 1 an la valeur médiane est à 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans, la valeur médiane est égale à 0,012 mSv (valeur médiane la plus basse).

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Nombre total d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2012

Tableau 4	MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE	
		NOMBRE	%	mSv	%
	Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	44 175 500	54,0	18 069 200	17,7
	Radiologie dentaire	27 616 000	33,8	165 700	0,2
	Scanographie	8 484 000	10,4	72 838 900	71,2
	Radiologie interventionnelle diagnostique	377 000	0,5	3 196 400	3,1
	Médecine nucléaire	1 103 000	1,3	7 928 300	7,8
	Total	81 755 500	100,0	102 198 500	100,0

Source : IRSN 2014

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication, car la multiplication des examens les plus irradiants, pour une même personne, pourrait conduire à atteindre une valeur de dose efficace de plusieurs dizaines de millisieverts ; à ce niveau d'exposition, certaines études épidémiologiques ont pu mettre en évidence la survenue de cancers radio-induits.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN. Un second plan d'action, qui prolonge le précédent (2011-2017), établi en liaison avec les parties prenantes (institutionnelles et professionnelles), a été publié en juillet 2018. Un nouveau bilan de l'IRSN, permettant de porter une appréciation sur l'évolution des doses délivrées aux patients, est attendu en 2019.

3.4 — L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est ainsi évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces.

La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veillera à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans la réglementation et dans les autorisations des activités nucléaires, dès que les méthodes d'évaluation seront disponibles. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le Groupe permanent d'experts en radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement (GPRADE) a adopté un avis en septembre 2015. Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore. Le projet de guide doit être remis à l'ASN au premier trimestre 2020.



Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

1 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection _____ 108

1.1 Les principes fondamentaux

- 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant
- 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »
- 1.1.3 Le principe de précaution
- 1.1.4 Le principe de participation
- 1.1.5 Le principe de justification
- 1.1.6 Le principe d'optimisation
- 1.1.7 Le principe de limitation
- 1.1.8 Le principe de prévention

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

- 1.2.1 La culture de sûreté
- 1.2.2 Le concept de défense en profondeur
- 1.2.3 L'interposition de barrières
- 1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste
- 1.2.5 Le retour d'expérience
- 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

2 Les acteurs _____ 113

2.1 Le Parlement

2.2 Le Gouvernement

- 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- 2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

- 2.3.1 Les missions
- 2.3.2 L'organisation
- 2.3.3 Le fonctionnement

2.4 Les instances consultatives et de concertation

- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique
- 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques
- 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

- 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- 2.5.2 Les groupes permanents d'experts
- 2.5.3 Les autres appuis techniques vde l'ASN

2.6 Les groupes de travail pluralistes

- 2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire
- 2.6.3 Les autres groupes de travail pluralistes

2.7 Les autres acteurs

- 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- 2.7.2 La Haute Autorité de santé
- 2.7.3 L'Institut national du cancer

3 Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection _____ 126

4 Perspectives _____ 128

Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

La sûreté nucléaire est définie dans le code de l'environnement comme comprenant « *la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident* ».

La sûreté nucléaire est « *l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets* ». La radioprotection est, quant à elle, définie comme « *la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement* ».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience. Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international

par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministre de la Transition écologique et solidaire, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

1 — Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 — Les principes fondamentaux

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la [Charte de l'environnement](#), qui a valeur constitutionnelle, et dans différents codes ([code de l'environnement](#) et [code de la santé publique](#));
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un [cadre communautaire](#) pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'[AIEA](#) (voir encadré ci-après et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

1.1.1 — Le principe de responsabilité de l'exploitant

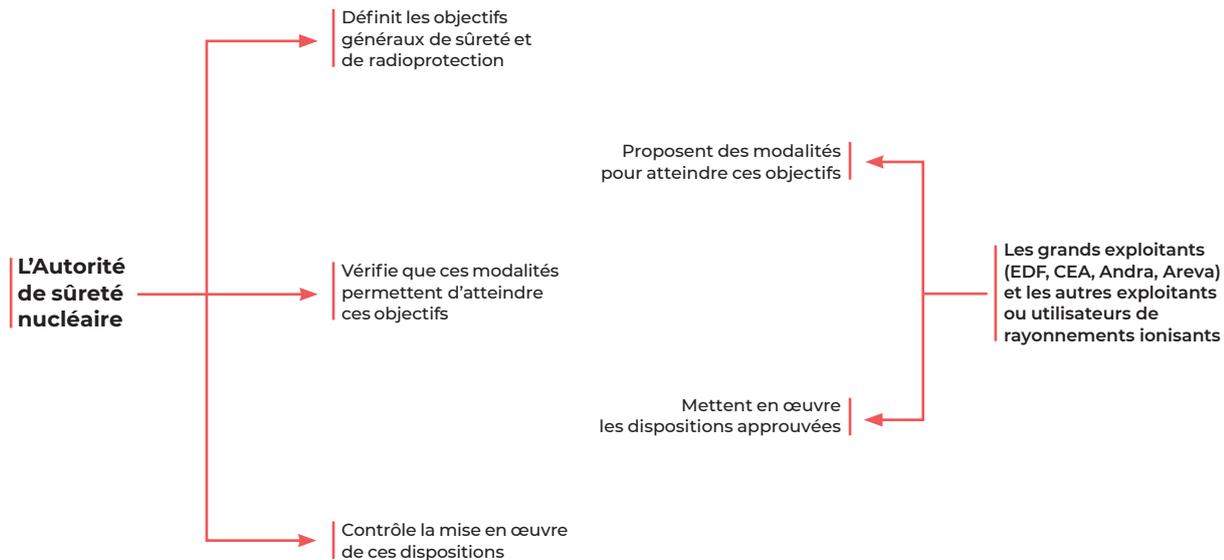
Ce principe, défini à l'article 9 de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

1.1.2 — Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe pollueur-payeur, figurant à l'[article 110-1 du code de l'environnement](#), stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

Responsabilité des exploitants et responsabilité de l'Autorité de sûreté nucléaire



1.1.3 – Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la [Charte de l'environnement](#), énonce que « l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement ».

Ce principe se traduit par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 – Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la [Convention d'Aarhus](#), l'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) le définit en ces termes : « Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire par exemple ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à évaluation environnementale stratégique comme le [Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs](#) (PNGMDR). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la consultation du public sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 – Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Une activité nucléaire

ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes. »

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être lancée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 – Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché. »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1.1.7 – Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#) dispose que « [...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1. »

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites

Les principes fondamentaux de sûreté

L'AIEA définit les dix principes suivants dans sa publication «SF-1» :

1. la responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques ;
2. un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu ;
3. une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques ;
4. les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles ;
5. la protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre ;
6. les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable ;
7. les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques ;
8. tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences ;
9. des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques ;
10. les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des effets déterministes ; elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite stricte de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition à caractère volontaire doit être justifiée par le bénéfice attendu en termes de santé pour la personne exposée.

1.1.8 – Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'article 3 de la [Charte de l'environnement](#), prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « *meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable* ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

1.2 – Quelques aspects de la démarche de sûreté

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le retour d'expérience des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

1.2.1 – La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'INSAG (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permettent à la fois le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

1.2.2 – Le concept de défense en profondeur

Le principal moyen de prévenir les accidents et de limiter leurs conséquences éventuelles est la « défense en profondeur ». Elle consiste à mettre en œuvre des dispositions matérielles ou organisationnelles (parfois appelées lignes de défense) organisées en niveaux consécutifs et indépendants et capables de s'opposer au développement d'un accident. En cas de défaillance d'un niveau de protection, le niveau suivant prend le relais.

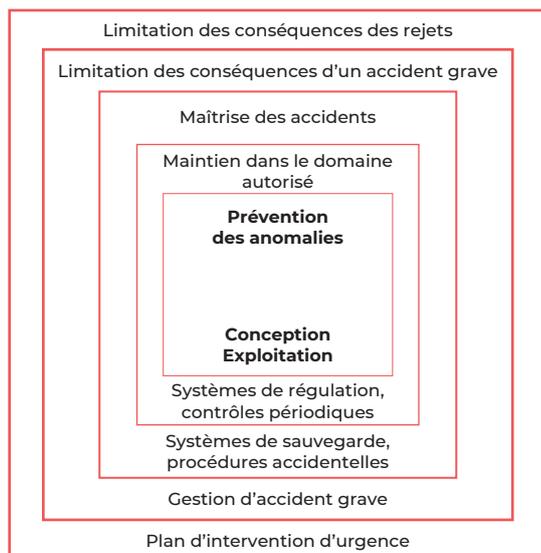
Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

• Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes

Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation d'une manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal, pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée d'une manière éclairée et prudente.

Les cinq niveaux de la défense en profondeur



• Deuxième niveau : maintien de l'installation dans le domaine autorisé

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

• Troisième niveau : maîtrise des accidents sans fusion du cœur

Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits de sauvegarde, assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur...) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

• Quatrième niveau : maîtrise des accidents avec fusion du cœur

Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que l'EPR. Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

• Cinquième niveau : limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les plans d'urgence incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté, évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles...

1.2.3 _ L'interposition de barrières

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression, ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

1.2.4 _ La démarche déterministe et la démarche probabiliste

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite déterministe. Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances (ou le succès) des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances (ou le bon fonctionnement) des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les EPS, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :

- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement ;
- l'éjection d'une grappe de commande ;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire ;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :

- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
- les défaillances d'équipements sous pression ;
- les collisions et chutes de charges ;
- les explosions ;
- les incendies ;
- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :

- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- le séisme ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

1.2.5 – Le retour d'expérience

Le retour d'expérience (REX), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Un premier objectif du REX est de comprendre et, ainsi, progresser sur la connaissance technologique et la connaissance des pratiques réelles d'exploitation, pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, un deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Un troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le retour d'expérience englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

1.2.6 – Les facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH)

• L'importance des FSOH pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement est déterminante lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement

des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives. De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les FSOH comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress...) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, co-activités...), des dispositifs techniques (outils, logiciels...) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

• L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :

- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la [décision de l'ASN du 13 février 2014](#) relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « la conception de la modification matérielle envisagée tienne compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé, d'autre part, l'utilisateur et ses besoins » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

• Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un

système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources

de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté, à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

2 — Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), dont l'article 7 impose que « chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires » et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il « crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées » et « ... prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire ». Ces dispositions ont été confirmées par la [directive européenne 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009 relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la [directive modificative](#) du 8 juillet 2014.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

2.1 — Le Parlement

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN ») et la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé « Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens »). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'[Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques](#) (OPECST) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment à l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

2.2 — Le Gouvernement

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le [code de l'environnement](#) le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le [Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire](#) (HCTISN).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

2.2.1 — Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

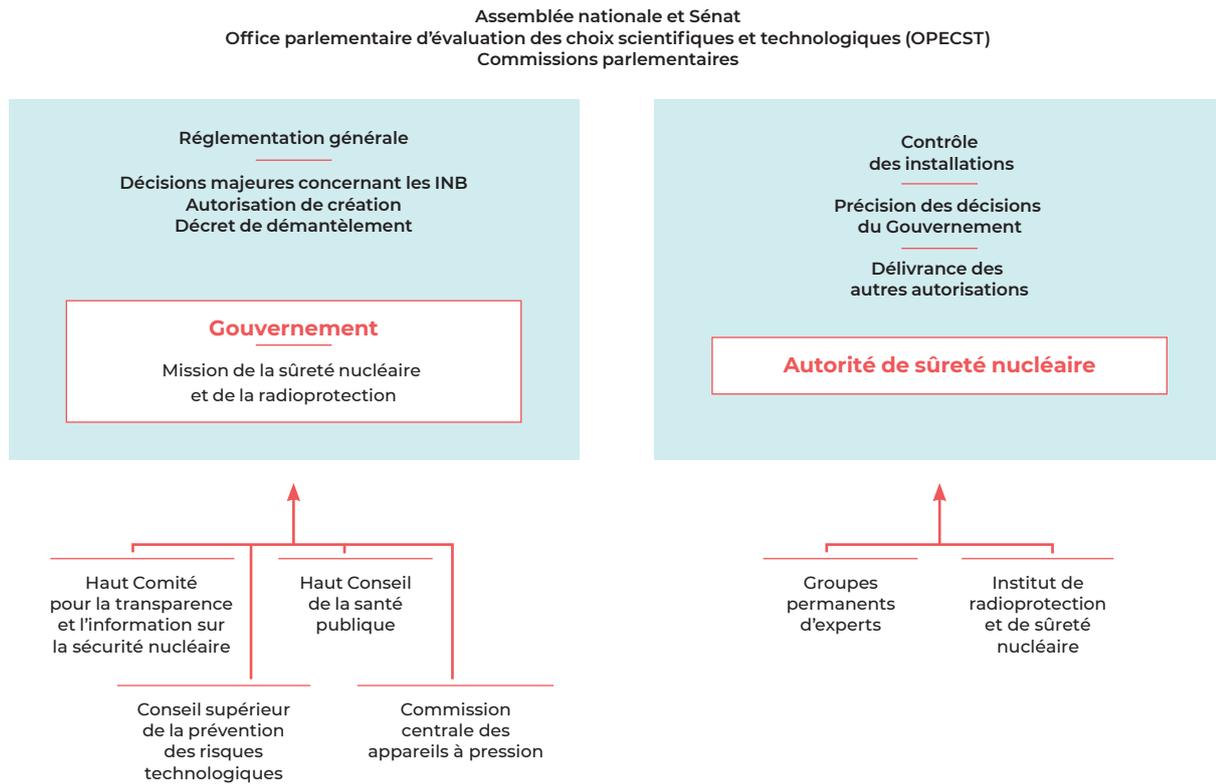
La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministre du Travail. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministre de la Santé.

Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel [le règlement intérieur de l'ASN](#). Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB...).

• La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, placée au sein de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique et solidaire, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

Le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France



• **Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS)**
 La sécurité nucléaire, au sens le plus strict (définition de l’AIEA, moins étendue que celle de l’article L. 591-1 du code de l’environnement) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l’environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le [code de la défense](#).

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique et solidaire, qui dispose des services du HFDS et, plus particulièrement, de son département de la sécurité nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d’autorité de la sécurité nucléaire en élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l’appui de l’IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L’ASN et le HFDS entretiennent donc des échanges réguliers.

2.2.2 – Les services déconcentrés de l’État

Les services déconcentrés de l’État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l’administration centrale et qui gèrent les services de l’État au niveau local. Ces services sont placés sous l’autorité des préfets.

L’ASN entretient des relations étroites avec les Directions régionales de l’environnement, de l’aménagement et du logement (Dreal) et la Direction régionale et interdépartementale de l’environnement et de l’énergie (Drie), les Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l’emploi (Direccte) et les Agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n’étant pas à proprement parler des services

déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l’État sur le territoire. Ils sont les garants de l’ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures ; notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l’enquête publique sur les demandes d’autorisation.

À la demande de l’ASN, il saisit le Conseil départemental de l’environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d’eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

2.3 – L’Autorité de sûreté nucléaire

L’ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l’[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#). Ses missions consistent à réglementer, autoriser, contrôler, appuyer les pouvoirs publics dans la gestion des situations d’urgence et contribuer à l’information des publics et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L’ASN est dirigée par un collège composé de cinq commissaires, dont le président de l’ASN. Ils sont nommés pour six ans. Trois le sont par le président de la République et un par le président de chaque assemblée parlementaire. L’ASN dispose de services placés sous l’autorité de son président.

Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'[IRSN](#) et les [groupes permanents d'experts](#) (GPE).

2.3.1 _ Les missions

• Réglementation

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#).

Elle peut prendre des décisions réglementaires à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal officiel*.

• Autorisation

L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, des pollutions et des nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son [Bulletin officiel](#) sur [asn.fr](#).

• Contrôle

L'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumises les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#) ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'[article L. 1333-3](#) du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les agréments et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016, prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de

l'[article L. 595-2 du code de l'environnement](#), par l'exploitant, ses fournisseurs, prestataires ou sous-traitants et ce dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

• Situations d'urgence

L'ASN participe à la gestion des situations d'urgence radiologique. Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application du [décret n° 2007-1572](#) du 6 novembre 2007 relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

• Information

L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

• Suivi de la recherche

La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'[ordonnance du 10 février 2016](#) précitée comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection : « *L'Autorité de sûreté nucléaire suit les travaux de recherche et de développement menés aux plans national et international pour la sûreté nucléaire et la radioprotection. Elle formule toutes propositions ou recommandations sur les besoins de recherche pour la sûreté nucléaire et la radioprotection. Ces propositions et recommandations sont communiquées aux ministres et aux organismes publics exerçant les missions de recherche concernés, afin qu'elles soient prises en compte dans les orientations et la définition des programmes de recherche et de développement d'intérêt pour la sûreté* » (article L. 592-31-1 du code de l'environnement).

Dans cette logique, l'ASN se préoccupe déjà de la disponibilité des connaissances nécessaires à l'expertise à laquelle elle pourrait avoir recours à moyen ou long terme. En outre, l'ASN veille à la qualité des actions de recherche dans la perspective de leur prise en compte par les exploitants dans leur démonstration de sûreté et les études d'impact.

L'ASN participe au comité d'orientation des recherches de l'IRSN et s'appuie sur un [comité scientifique](#) pour examiner les orientations qu'elle propose sur les travaux de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire

et de la radioprotection. Par [décision du 6 novembre 2018](#), le collège de l'ASN a nommé pour quatre années les neuf membres du comité scientifique, désignés pour leurs compétences dans le domaine de la recherche. Sous la présidence de Michel Schwarz, ancien directeur scientifique de l'IRSN, le comité rassemble Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Edward Lazo, Catherine Luccioni, Antoine Masson, Jean-Claude Micaelli, Christelle Roy et Marc Vannerem. Le nouveau comité scientifique renouvelé s'est réuni pour la première fois le 9 novembre 2018.

Sur la base des travaux du comité scientifique, l'ASN avait émis en avril 2012 un [premier avis](#) soulignant l'importance que revêt la recherche pour l'ASN et identifiant des premiers sujets de recherche à renforcer dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relatifs aux facteurs sociaux, organisationnels et humains, à la radiobiologie, au vieillissement des matériaux métalliques des réacteurs à eau sous pression et aux examens non destructifs.

Un [deuxième avis](#) a été rendu début 2015 sur les sujets de recherche à approfondir dans les domaines du conditionnement de déchets, du stockage géologique profond, du transport de substances radioactives et des accidents graves.

Un [troisième avis](#) a été rendu le 4 mai 2018 sur les sujets de recherche à approfondir dans les domaines des agressions naturelles externes, du risque d'incendie dans les installations nucléaires de base, des matériaux de la gaine du combustible nucléaire pour les réacteurs à eau sous pression, de l'impact sanitaire des rayonnements ionisants et des conséquences socio-économiques d'un accident nucléaire.

En 2016, une cartographie des différents acteurs de la recherche pour la sûreté nucléaire et la radioprotection a été réalisée dans le cadre d'un mémoire de thèse professionnelle confiée par l'ASN à un ingénieur élève en fin de formation. Sur la base de cette cartographie, l'ASN a lié de multiples contacts avec les organismes publics de recherche dont les activités ont un lien direct avec les champs de connaissance sur lesquels elle a exprimé des besoins de renforcement. Cette démarche d'échanges de l'ASN avec les organismes publics de recherche se poursuit pour permettre à l'ASN de faire connaître auprès de ces acteurs les domaines de recherche prioritaires dans lesquels elle exprime des attentes pour améliorer la sûreté et la radioprotection.

L'accident de Fukushima a mis en exergue la nécessité d'approfondir les recherches en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Un appel à projets (AAP) dans ces domaines a par conséquent été lancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre des investissements d'avenir. L'ASN participe au comité de pilotage de cet AAP. Cet appel à projets a permis à vingt-trois projets de se dérouler entre 2013 et 2018. L'année 2019 sera mise à profit pour rendre accessibles les résultats obtenus dans le cadre de cet appel à projets. Par ailleurs, certains d'entre eux ont obtenu la poursuite de leur financement à partir de 2019 pour une durée de deux à trois ans selon les projets.

Dans le cadre du soutien accordé par le Commissariat général aux grands investissements à l'Andra pour les recherches sur les déchets nucléaires, l'Andra a décidé de lancer en décembre 2014 un AAP intitulé « [Optimisation de la gestion des déchets radioactifs de démantèlement](#) ». Cela a permis le lancement d'une quinzaine de projets de recherche dans ce domaine.

2.3.2 _ L'organisation

• Le collège de l'ASN

Le [collège de l'ASN](#) est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de six ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la [stratégie de l'ASN](#). Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les principales décisions de l'ASN. Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le [règlement intérieur de l'ASN](#), qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie. Les décisions et avis du collège sont publiés au [Bulletin officiel](#) de l'ASN.

En 2018, le collège de l'ASN s'est réuni 73 fois. Il a rendu 20 avis et pris 39 décisions.

• Les services centraux de l'ASN

Les [services centraux](#) de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions de l'ASN :

- La Direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs, l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux : « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».
- La Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des équipements sous pression installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de quatre bureaux « conception », « fabrication », « suivi en service » et « relations avec les divisions et interventions ».

Le collège



De gauche à droite : Jean-Luc Lachaume, Lydie Évrard, Bernard Doroszczuk, Philippe Chaumet-Riffaud et Sylvie Cadet-Mercier

- La Direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport des substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux : « contrôle des transports » et « radioprotection et sources » et d'une mission « sécurité des sources ».
- La Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du cycle du combustible, les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne) ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur ITER. La DRC est composée de cinq bureaux : « gestion des déchets radioactifs », « suivi des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche », « suivi des installations du cycle du combustible », « gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle » et « gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées ».
- La Direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux : « expositions en milieu médical » et « expositions des travailleurs et de la population ».
- La Direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB soient aussi faibles que raisonnablement possible,

Le comité exécutif



De gauche à droite : Daniel Delalande, Olivier Gupta, Bastien Poubeau, Anne-Cécile Rigail et Julien Collet (absent sur la photo : Christophe Quintin)

- notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux : « sécurité et préparation aux situations d'urgence » et « environnement et prévention des nuisances ».
- La Direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.
- La Direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de trois bureaux : « information des publics », « publications et multimédia » et « informatique et usages numériques ».
- La Direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen, et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangères de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (ENSREG, *European Nuclear Safety Regulators Group* – dont elle

Les membres du comité de direction



De gauche à droite : Céline Acharian, Fabien Feron, Olivia Lahaye, Alain Rivière, Simon Liu, Jean-Luc Godet, Christophe Kassiotis, Frédéric Joureau, Brigitte Rouède et Rémy Cateau (absent sur la photo : Julien Husse)

Les chefs de divisions



De gauche à droite et de haut en bas : Marc Champion, Alexandre Houlié, Jean-Michel Ferat, Pierre Siefert, Hermine Durand, Aubert Le Brozec, Vincent Bogard, Hélène Heron, Pierre Bois, Rémy Zmyslony et Caroline Coutout

assure la présidence), l'AIEA ou bien encore l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE. Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (ex. : WENRA, *Western European Nuclear Regulators Association*, INRA, *International Nuclear Regulators Association*, HERCA, *Heads of European Radiation Control Authorities*) ou de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (ex. : NSSG, *Nuclear Safety and Security Working Group*, au titre du G7).

- Le Secrétaire général (SG) contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et de développer le dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux : « ressources humaines », « budget et finances » et « logistique et immobilier ».
- La Mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de deux bureaux : « expertise et recherche » et « animation et qualité ».
- La Mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente, homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN de contrôle des organismes agréés des services.

• Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une [organisation régionale](#) fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driee compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes

d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des [commissions locales d'information](#) (CLI) et entretiennent des relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

2.3.3 _ Le fonctionnement

• Les ressources humaines

L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2018 à 516 personnes, réparties entre les services centraux (289 agents), les divisions territoriales (226 agents) et divers organismes internationaux (1 agent).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 434 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 82 agents mis à disposition par des établissements publics (Andra, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours).

L'ASN met en œuvre une politique de recrutement diversifié avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

La détection en 2016 d'irrégularités dans l'[usine Creusot Forge](#) d'Areva NP a conduit l'ASN à la nécessité de mettre en place des équipes chargées d'examiner les irrégularités découvertes et d'exercer de manière pérenne un contrôle renforcé des exploitants et de leurs sous-traitants pour prévenir de telles situations. Ces besoins ont conduit l'ASN à demander dans son [avis en date du 1^{er} juin 2017](#) le recrutement de 15 équivalents temps plein (ETP) supplémentaires pour le « triennal 2018-2020 », à hauteur de 5 ETP chaque année. Ces besoins exprimés ne couvrent pas l'examen de nouveaux projets d'installations nucléaires qui résulteraient de futures orientations en matière de politique énergétique.

Les délégués territoriaux



De gauche à droite : Jérôme Goellner, Christophe Chassande, Alice-Anne Médard, Laurent Tapadinhas, Annick Bonneville, Patrick Berg, Corinne Tourasse et Hervé Vanlaer (absents sur la photo : Françoise Noars et Jean-Pierre Lestoille)

À la suite de cette demande, six postes supplémentaires ont ainsi été accordés par le Gouvernement et le Parlement au titre du « triennal 2018-2020 ».

Pour obtenir l'expérience et l'expertise requises, l'ASN met en place des cursus de formation ainsi que des modalités d'intégration des nouveaux arrivants et de transmission des savoirs spécifiques. Elle veille également à offrir, en lien avec ses besoins, des parcours professionnels variés, valorisant notamment l'expérience de ses collaborateurs.

• La gestion des compétences

La compétence est l'une des quatre valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien, sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des [articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement](#) qui disposent notamment que « L'[ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection » et du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des équipements sous pression nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et techniques », l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habilitier certains de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'[article R. 8111-11 du code du travail](#). La décision d'habilitation que prend alors l'ASN repose, pour chacun des inspecteurs qu'elle habilite, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

Par ailleurs, et afin de reconnaître les compétences et expériences de ses inspecteurs, l'ASN a mis en place un processus lui permettant de désigner, parmi ses inspecteurs, les inspecteurs confirmés à qui elle peut confier des inspections plus complexes ou à plus forts enjeux. Au 31 décembre 2018, 49 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection de l'ASN sont des

inspecteurs confirmés, soit près de 14,5 % des 339 agents de l'ASN qui possèdent au moins une habilitation.

En 2018, près de 4 635 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN au cours de 238 sessions de 125 stages différents.

• Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité technique de proximité (CTP), compétent pour toute question relative à l'organisation et au fonctionnement des services, aux effectifs et aux aspects budgétaires ;
- la commission consultative paritaire (CCP) compétente pour toute question individuelle ou collective concernant les agents contractuels en poste à l'ASN ;
- le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) compétent pour toute question relative à la santé et à la sécurité au travail des agents de l'ASN.

Ces trois instances permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant de son organisation, à son fonctionnement et à l'environnement de travail de ses personnels.

Au cours de l'année 2018, le comité technique de proximité (CTP) de l'ASN s'est réuni à cinq reprises dont deux fois en séance extraordinaire pour aborder différents sujets : le dispositif de l'astreinte, la charte des temps et la mise en place du télétravail et du travail nomade, la réorganisation des services liés aux fonctions supports et transverses de l'ASN, le règlement intérieur de l'ASN et ses annexes (charte de déontologie et charte de l'expertise), la politique tarifaire du restaurant administratif, les élections professionnelles (obligation d'une représentation équilibrée femmes/hommes au sein des représentants du personnel siégeant dans les instances de dialogue social), la charte des déplacements, les enquêtes administratives préalables, le bilan social, le bilan de la formation ou encore l'exécution budgétaire.

Le CHSCT s'est quant à lui attaché à veiller à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail dans les importants chantiers précités. Il s'est réuni à trois reprises en 2018.

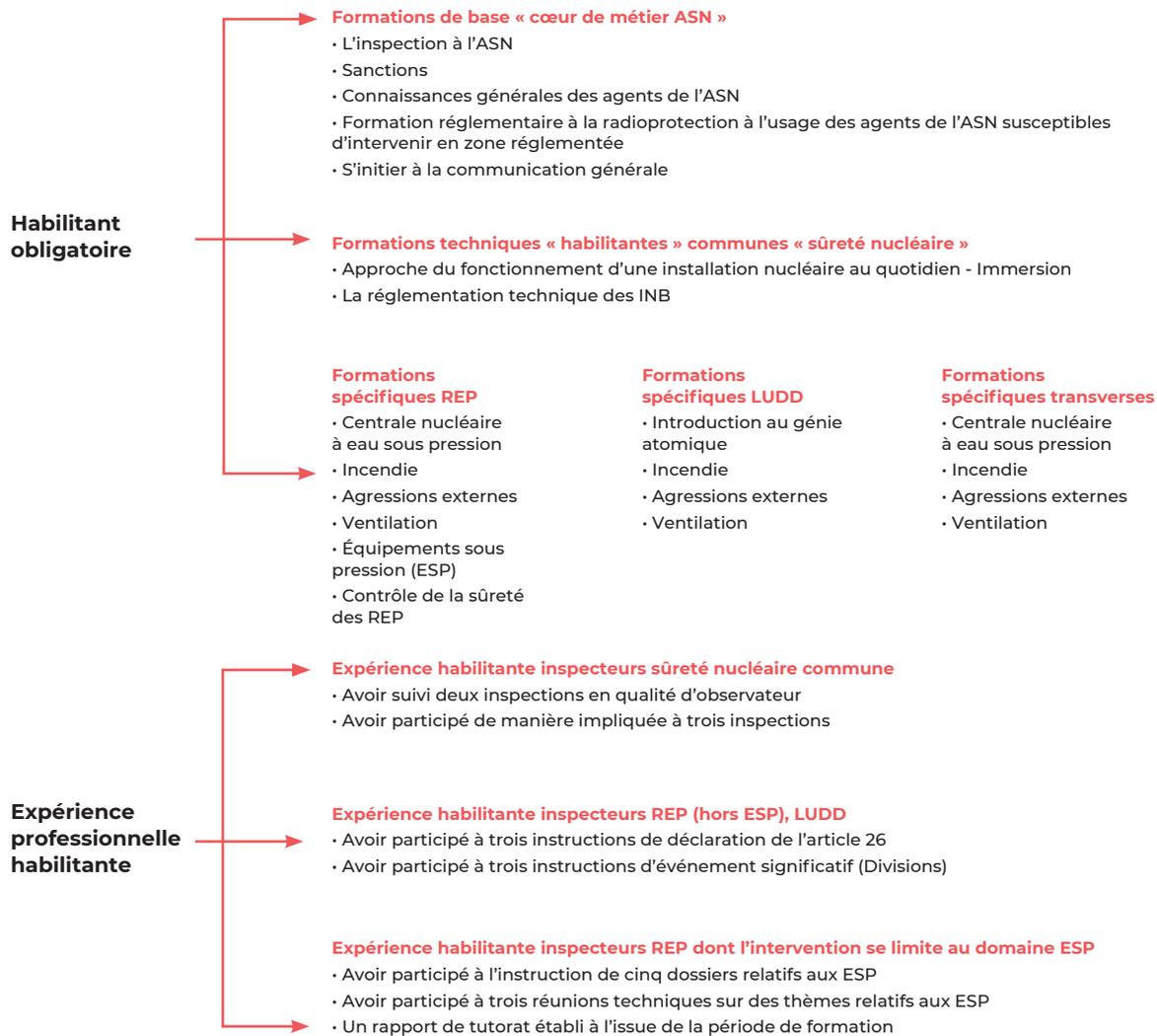
Les débats et les échanges avec les représentants du personnel ont également porté sur les thématiques suivantes :

- les actions portées par le CHSCT et notamment le suivi de la prévention des risques psychosociaux (RPS) et le bilan du fonctionnement de la cellule RPS ;
- le bilan annuel de la situation générale de la santé, de la sécurité et des conditions de travail à l'ASN ;
- l'animation du réseau des assistants de prévention ;
- la visite par l'inspecteur santé/sécurité au travail des locaux du siège ;
- les visites de délégation du CHSCT aux divisions de Châlons-en-Champagne et de Strasbourg.

Par ailleurs, l'administration, en concertation avec les membres du CHSCT et en s'appuyant sur le réseau des assistants de prévention, a poursuivi son action visant à mieux prévenir les risques professionnels et a lancé sa campagne d'actualisation du Document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

La Commission consultative paritaire, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle deux fois en 2018. Outre le dispositif de titularisation des agents contractuels prévu par le décret n° 2016-1085 du 3 août 2016 et qui est arrivé à échéance fin 2018, les débats ont essentiellement porté sur les modalités de recrutement et d'emploi des agents contractuels à l'ASN ainsi que sur leurs projets d'évolution et de mobilité.

Cursus de formation d'inspecteur «sûreté nucléaire» qualification réacteur à eau sous pression (REP), laboratoires, usines, démantèlement et déchets (LUDD) et transverse



À noter que dans le cadre des actions décidées en CCP, l'administration a organisé, en juin 2018, une première réunion rassemblant l'ensemble des agents contractuels affectés à l'ASN. Cette réunion devrait être pérennisée.

Enfin, comme dans l'ensemble de la fonction publique, l'ASN a organisé le 6 décembre les élections professionnelles pour renouveler les représentants du CTP et de la CCP. Ces élections ont été marquées par un taux de participation d'un peu moins de 75% pour le CTP et d'un peu plus de 70% pour la CCP.

• La déontologie

Les textes législatifs et réglementaires intervenus dans le domaine de la déontologie depuis la fin de l'année 2011 prévoient plusieurs obligations, mises en œuvre à l'ASN de la manière suivante :

Obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts (DPI) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la décision du 4 juillet 2012 du président de l'ASN soumet à DPI les membres du collège, du comité de direction et du GPMED

(groupe permanent d'experts « radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants »). Les DPI ont été jusqu'à la mi-juillet 2017 publiées sur le site Internet de l'ASN. Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de [télédéclaration](#). Elles sont au nombre de 65 ;

- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique (HATVP) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site Internet de la HATVP. Il en va de même pour le directeur général (DG), les directeurs généraux adjoints, la secrétaire générale depuis le 15 février 2017 (modification de la loi du 13 octobre 2013 par la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 étendant les obligations déclaratives aux agents occupant ces fonctions) ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » introduite par la loi n° 2016-483 du 20 avril 2016 à l'article 25 de la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983 et régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 (voir l'article 2-3° pour l'ASN) : la décision définissant les emplois de l'ASN soumis à déclaration d'intérêts dans ce cadre sera adoptée concomitamment au nouveau règlement intérieur ;

- gestion par le directeur général de l'ASN de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article 25 *quater* de la loi du 13 juillet 1983 et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le DG de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN a désigné un référent déontologue en application de l'article 28 *bis* de la loi du 13 juillet 1983 et du décret n° 2017-519 du 10 avril 2017. Par [décision du 6 novembre 2017](#), il a nommé M. Henri Legrand référent déontologue de l'ASN.

Des procédures de recueil des signalements émis par les agents de l'ASN souhaitant procéder à une alerte éthique interne en application de la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 et du décret n° 2017-564 du 19 avril 2017 ont également été mises en place.

L'ASN a également modifié son [règlement intérieur](#). Ce dernier comprend désormais deux annexes : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts sont également prévues telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (ex. : note d'information du 21 mars 2017 relative à la prévention des conflits d'intérêts et au rôle de la commission de déontologie de la fonction publique), ou une intervention récemment mise en place sur « Les règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN » dans le cadre des sessions « Connaissance générale de l'ASN » organisées pour les nouveaux arrivants.

• Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans son [avis du 5 avril 2018](#), l'ASN note que le renforcement de ses moyens à hauteur de deux ETP au titre de l'année 2018 témoigne de l'attention portée par le Gouvernement aux moyens dédiés au contrôle de la sûreté nucléaire, dans un contexte d'enjeux sans précédent. Pour autant, les événements survenus au cours de l'année écoulée ayant confirmé l'analyse des besoins pour le « triennal 2018-2020 », l'ASN maintient sa demande de recrutement de 13 ETP pour les années 2019 et 2020. Pour 2019, l'ASN a obtenu deux créations d'emploi.

• Les outils de management de l'ASN

Le Plan stratégique pluriannuel

Le [Plan stratégique pluriannuel](#) (PSP), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

Le PSP pour la période 2018-2020 comprend les cinq axes stratégiques suivants :

- renforcer la mise en œuvre d'une approche graduée et efficiente de notre contrôle ;
- mieux piloter les instructions techniques ;
- renforcer l'efficacité de notre action de terrain ;
- consolider notre fonctionnement au profit du contrôle ;
- promouvoir l'approche française et européenne de sûreté à l'international.

Le PSP 2018-2020 est accessible sur [asn.fr](#).

Le management interne de l'ASN

Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transverses existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

Le système de management par la qualité

Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'[AIEA](#) et de l'[Organisation internationale de normalisation](#) (ISO, *International Standard Organisation*). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions ;
- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système ;
- l'écoute des parties prenantes ;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action ;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

La communication interne

Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte : la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

2.4 – Les instances consultatives et de concertation

2.4.1 – Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué un [Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire](#) (HCTISN), instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN en 2018 sont décrites au chapitre 5.

2.4.2 – Le Haut Conseil de la santé publique

Le [Haut Conseil de la santé publique](#) (HCSP), créé par la loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Le HCSP contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies

de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

2.4.3 _ Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le [Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques](#) (CSPRT), créé par l'ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010. Ce conseil comporte, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par décret du 28 décembre 2016, le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences et des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

2.4.4 _ Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les [commissions locales d'information](#) (CLI) auprès des installations nucléaires de base ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par le [décret n° 2008-251 du 12 mars 2008](#). Il a été renforcé par la [loi TECV](#) de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'[Anccli](#) a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

Les audits internationaux de l'ASN – les missions IRRS

Les [missions IRRS](#) (*Integrated Regulatory Review Service*) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine. Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux normes de sûreté de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les dix ans.

Historique des missions en France

2006: l'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté.

2009: mission de suivi IRRS.

2014: nouvelle mission de revue étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité.

2017: mission de suivi en octobre aux fins d'évaluation des actions engagées à la suite de la revue réalisée fin 2014 avec les constats et recommandations suivants:

- mise en œuvre d'actions pour répondre à 14 des 16 recommandations ;

- réalisation de grands progrès dans l'amélioration de son système de gestion ;
- élaboration des principes de politique générale incluant des aspects de la culture de sécurité dans la formation, l'auto-évaluation et la gestion ;
- réalisation de gains d'efficacité sur l'ensemble des activités ;
- nécessité de poursuivre l'amélioration de la planification des ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Les [rapports des missions IRRS](#) de 2006, 2009, 2014 et 2017 sont consultables sur [asn.fr](#).

L'ASN considère que les missions IRRS apportent une plus-value significative au système international de sûreté et de radioprotection. L'ASN s'implique donc fortement dans l'accueil de missions en France, en étant la première autorité de sûreté à avoir accueilli deux missions IRRS complètes, incluant les missions de suivi. Elle s'implique, en outre, de manière forte dans les équipes de revue vers d'autres pays, comme ce sera le cas en 2019 en Allemagne et au Royaume-Uni.

2.5 — Les appuis techniques de l'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

2.5.1 — L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 créant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la [loi TECV](#) et le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'[article L. 592-45 du code de l'environnement](#) précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci. Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant désormais membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (compatibilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants...) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

• Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2018 est de l'ordre de 1 700 agents, dont environ 430 se consacrent à l'appui technique de l'ASN.

• Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

• Loi TECV

Cette loi du 17 août 2015 clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le [code de l'environnement](#) l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « soutenues par des activités de recherche » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

2.5.2 — Les groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de huit [GPE](#), compétents respectivement pour les domaines des déchets, du démantèlement, des ESPN, des réacteurs, des transports, des laboratoires et usines, de la radioprotection en milieu médical et de la radioprotection en milieu autre que médical et de l'environnement.

Les GPE se prononcent, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux. Ils peuvent également être consultés sur des évolutions en matière de réglementation ou de doctrine.

L'ASN a renouvelé [le 2 octobre 2018](#), et pour une durée de quatre ans, la composition des cinq GPE suivants, dont le mandat était arrivé à échéance :

- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs ([GPR](#)),
- le groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines ([GPU](#)),
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets ([GPD](#)),
- le Groupe permanent d'experts pour les transports ([GPT](#)),
- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ([GPESPN](#)).

Au total, un peu plus de la moitié des experts nommés sont des nouveaux membres.

Un nouveau Groupe permanent d'experts pour les activités liées au démantèlement ([GPDEM](#)) a été créé pour faire face aux enjeux croissants du démantèlement des installations nucléaires qui sont distincts de ceux relatifs à l'exploitation des installations en fonctionnement ou à la gestion des déchets nucléaires. Ses membres ont été nommés pour un mandat de quatre ans par décision du directeur général en date du 30 octobre 2018.

Pour chacun des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail spécial ou par l'une des directions de l'ASN. Ils émettent un avis pouvant être assorti de recommandations.

Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical...). La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

Les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la charte de l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt. Les experts ayant un intérêt direct dans le sujet traité ne prennent pas part à l'élaboration de la position du GPE.

En particulier, une organisation a été définie pour identifier les liens et conflits d'intérêts et les gérer de manière appropriée.

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

• GPD « déchets »

Présidé par Pierre Bérest, le [GPD](#) est composé de 38 experts nommés en raison de leur compétence dans les domaines nucléaire, géologique et minier. En 2018, il a tenu une réunion d'information et trois réunions plénières communes avec le GPU « laboratoires et usines ». Des membres des GPT et GPRADE ont été associés à ces réunions communes.

• GPESPN « équipements sous pression nucléaires »

Le [GPESPN](#) remplace depuis 2009 la section permanente nucléaire de la CCAP. Cette dernière a été remplacée à partir du 28 décembre 2016 par une sous-commission permanente du CSPRT (voir point 2.4.3). Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le GPESPN est composé de 29 experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP. En 2018, il a tenu trois réunions plénières.

• GP MED « radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants »

Présidé par Bernard Aubert, le [GP MED](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine de la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients et pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants. La composition du GP MED avait fait l'objet d'un renouvellement le 16 décembre 2016. En 2018, il a tenu une réunion.

• GPRADE « radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et en environnement »

Présidé par Jean-Paul Samain, le [GPRADE](#) est composé de 34 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la radioprotection des travailleurs (autres que les professionnels de santé) et du public, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et pour les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, et la protection de l'environnement. La composition du GPRADE avait fait l'objet d'un renouvellement le 16 décembre 2016. En 2018, il a tenu deux réunions plénières.

• GPR « réacteurs nucléaires »

Présidé par Philippe Saint-Raymond, le [GPR](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. En 2018, il a tenu quatre réunions plénières et a visité l'EPR de Flamanville avant l'examen du dossier de sa mise en service.

• GPT « transports »

Présidé par Jérôme Joly, le [GPT](#) est composé de 25 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports. En 2018, il a tenu une réunion plénière.

• GPU « laboratoires et usines »

Présidé par Alain Dorison, le [GPU](#) est composé de 32 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. En 2018, il a tenu cinq réunions plénières, dont trois communes avec le GPD, et a visité une INB avant l'examen de son dossier en séance.

• GPDEM « démantèlement »

Présidé par Henri Legrand, le [GPDEM](#) est composé de 34 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Le GPDEM a été créé par décision du directeur général de l'ASN le 30 octobre 2018 et a tenu sa première réunion.

2.5.3 – Les autres appuis techniques de l'ASN

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé 0,15 M€ de crédits en 2018.

L'accord-cadre mis en place en 2013 avec des organismes d'expertise afin de dynamiser le recours à l'expertise diversifiée a pris fin en 2018. Des réflexions seront menées par l'ASN en 2019 sur l'intérêt à poursuivre ce type d'accord-cadre.

En 2018, l'ASN a notamment poursuivi des collaborations avec un groupement de plusieurs organismes habilités en matière d'ESPN pour réaliser une analyse du référentiel réglementaire et normatif relatif à l'évaluation de la conformité de certains équipements.

2.6 – Les groupes de travail pluralistes

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

2.6.1 – Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du [code de l'environnement](#) prescrit l'élaboration d'un [PNGMDR](#), révisé tous les trois ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif et de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail (GT) chargé de l'élaboration du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition écologique et solidaire et par l'ASN.

Les [travaux du GT PNGMDR](#) sont présentés plus en détail au chapitre 14.

2.6.2 – Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

En application d'une directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique, l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés,

Réunions et visites des groupes permanents d'experts en 2018

GPE	THÈME PRINCIPAL	DATE
GPR	Examen du dossier d'options de sûreté de l'EPR-nouveau modèle	10 et 11 janvier
GPR	Examen des études probabilistes de sûreté de niveaux 1 (EPS 1) et 2 (EPS 2) des réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe (palier N4) en vue de leur deuxième réexamen périodique	1 ^{er} février
GPU – GPD	Réexamen périodique de la sûreté de l'INB 149 du centre de stockage de l'Aube	8 février
GPESPN	Justification de la tenue en service du générateur de vapeur n° 335 du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Fessenheim	27 février
GPESPN	Maîtrise du vieillissement dans le cadre du 4 ^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe	15 mars
GPR	Maîtrise du vieillissement des systèmes, structures et composants dans le cadre du 4 ^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe	21 et 22 mars
GPRADE	Information sur la transposition de la directive 2013/59/Euratom – La gestion des déchets contaminés après rejets atmosphériques – L'association du GPRADE à d'autres GPE	27 mars
GP MED	Arrêté du 22 septembre 2006 relatif aux informations dosimétriques dans un compte rendu d'acte utilisant les RI Présentation des deux rapports de la SFPM	27 mars
GPD – GPU	Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano (Areva)	11 et 12 avril
GPU	Cycle du combustible nucléaire en France – Examen du dossier « Impact cycle 2016 » transmis par EDF	25 mai
GPR	Visite de l'EPR de Flamanville 3	30 mai
GPU-GPD	Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets et matières du CEA	27 et 28 juin
GPR	Mise en service de l'EPR Flamanville 3	4 et 5 juillet
GPRADE	Information sur les textes d'application des décrets n° 2018-437 et n° 2018-434 du 4 juin 2018 – L'Évolution de la doctrine Codirpa – Le Groupe de travail concernant l'exposition du radon en milieu de travail	5 octobre
GPD	Réunion d'installation et d'information sur la thématique séisme et le projet Cigéo	25 octobre
GPT	Demande d'agrément du modèle de colis DN30	8 novembre
GPU	Visite de l'INB 117 de La Hague	13 novembre
GPESPN	Tenue en service de la zone de cœur des cuves des réacteurs de 900 MWe pendant la période de 10 ans suivant leur quatrième visite décennale	20 et 21 novembre
GPU	Réexamen périodique de la sûreté de l'INB 117 - UP2 800 de l'établissement Orano Cycle de La Hague (1 ^{re} réunion sur l'atelier R2 (excepté l'unité UCD) et sur les ateliers SPF4, SPF5 et SPF6	4 décembre
GPU	Examen du dossier de sûreté de la piscine d'entreposage centralisé d'EDF	20 décembre

de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel ([Codirpa](#)). Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

2.6.3 – Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains ([COFSOH](#)). Les finalités du COFSOH sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les facteurs sociaux, organisationnels et humains, d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres du COFSOH sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du [troisième plan national de gestion des risques liés au radon](#) pour la période 2016-2019 qui s'est réuni deux fois en 2018 (voir chapitre 1). Dans ce cadre, l'ASN a en particulier lancé en 2018 un groupe de travail sur l'élaboration d'une stratégie d'information et de sensibilisation envers les publics concernés.

2.7 – Les autres acteurs

Dans ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

2.7.1 – L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1^{er} mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Afssaps et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site ansm.sante.fr présente l'Agence et son action. La convention ASN-ANSM a été renouvelée le 2 septembre 2013.

Répartition des contributions des exploitants

Tableau 2	EXPLOITANT	MONTANT POUR 2018 (EN MILLIONS D'EUROS)			
		TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
	EDF	544,61	96,67	115,92	48,42
	Orano-Framatome	14,89	6,20	7,44	6,3
	CEA	5,60	18,34	25,30	6,93
	Andra	5,41	3,30	-	0,40
	Autres	5,11	1,67	-	0,71
	Total	575,62	126,18	148,66	62,76*

* Le montant alloué à l'IRSN est plafonné à 62,5 M€.

2.7.2 _ La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site has-sante.fr présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS, signée le 4 décembre 2008, a été renouvelée le 15 décembre 2015. Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et est mis à jour périodiquement.

2.7.3 _ L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site e-cancer.fr présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

3 _ Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

En 2018, le budget de l'ASN s'est élevé à 84,45 M€ de crédits de paiement. Il comprenait 45,89 M€ de crédits de masse salariale et 38,56 M€ de crédits de fonctionnement des services centraux et des onze divisions territoriales de l'ASN.

Le budget global de l'IRSN pour 2018 s'est élevé quant à lui à 213,70 M€ dont 84,3 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (41,6 M€) d'une subvention du budget général de l'État affectée à l'IRSN et inscrite dans l'action n° 11 « Recherche dans le domaine des risques » du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables » de la mission interministérielle « Recherche et enseignement supérieur ». L'autre partie (42,70 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre

de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010. Chaque année, l'ASN est consultée par le Gouvernement sur la part correspondante de la subvention de l'État à l'IRSN et sur le montant de la contribution annuelle due par les exploitants d'INB.

Au total, en 2018, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 298,15M€.

Comme le montre le tableau 3, ces crédits se répartissent entre cinq programmes budgétaires (181, 217, 333, 218 et 190) auxquels s'ajoute la contribution annuelle au profit de l'IRSN.

À titre de repère, le montant de la taxe sur les INB, versée au budget général de l'État, s'est élevé en 2018 à 575,62 M€.

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France (janvier 2019)

Tableau 3	MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES
					LFI 2018 AE (M€)	LFI 2018 CP (M€)	LFI 2019 AE (M€)	LFI 2019 CP (M€)	TAXE 2018 SUR LES INB (M€)
Mission ministérielle Ecologie, développement et aménagement durables	Programme 181: Prévention des risques	Action 9: Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	45,89	45,89	46,45	46,45		
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	12,64	17,64	12,53	17,53		
			Total	58,53	63,53	58,98	63,98		
		Action 1: Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN)	0,15	0,15	0,15	0,15		
Mission ministérielle Direction de l'action du Gouvernement	Programme 217: Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables Programme 333: Moyens mutualisés des administrations déconcentrées	-	Fonctionnement des 11 divisions territoriales de l'ASN	14,50	14,50	14,50	14,50	575,62	
Mission interministérielle Gestion des finances publiques et des ressources humaines	Programme 218: Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Fonctionnement des services centraux de l'ASN	6,27	6,27	6,27	6,27		
			Sous-total	79,45	84,45	79,90	84,90		
Mission interministérielle Recherche et enseignement supérieur	Programme 190: Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	Sous-action 11-2 (axe 3): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	41,60	41,60	41,36	41,36		
		Sous-action 11-2 (3 autres axes): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	-	129,40	129,40	130,27	130,27	
			Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010	-	42,70	42,70	42,70		
			Sous-total	213,70	213,70	214,33	214,33	575,62	
			Total général	293,15	298,15	294,23	299,23		
			Total général sans contribution IRSN	250,45	255,45	251,53	256,53	575,62	

Taxe INB, taxes additionnelles déchets, taxe additionnelle de stockage, contribution spéciale Andra et contribution au profit de l'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les INB instituée par l'[article 43 de la loi de finances pour 2000 \(loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999\)](#). Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 575,62 M€ en 2018. Il est versé au budget de l'État.

De plus, la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) crée, pour les réacteurs nucléaires et les usines de traitement de combustibles nucléaires usés, trois taxes additionnelles dites respectivement « de recherche », « d'accompagnement » et « de diffusion technologique ». Ces taxes sont affectées au financement des actions de développement économique et au financement des activités de recherche sur le stockage souterrain et l'entreposage réalisées par l'Andra. Le produit de ces taxes représente 126,18 M€ en 2018, dont 3,30 M€ ont été reversés en 2018 aux communes et établissements publics de coopération intercommunale autour du centre de stockage.

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'[article 58 de la loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013](#) de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde. À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 148,66 M€ en 2018.

Enfin, l'[article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010](#) institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2018, le produit de cette contribution représente 62,76 M€.

4 — Perspectives

En 2019, l'ASN poursuivra la mise en œuvre du plan stratégique pluriannuel 2018-2020 avec notamment un renforcement de la mise en œuvre d'une approche graduée et efficiente de son contrôle, un meilleur pilotage des instructions techniques et une consolidation de notre action sur le terrain.

En matière de fonctionnement interne, l'ASN poursuivra ses efforts afin de réaliser des gains d'efficacité sur l'ensemble des activités et améliorera la planification de ses ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie actuellement sur les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts. L'ASN entend continuer à renforcer les garanties d'indépendance de l'expertise sur laquelle elle s'appuie ainsi que la transparence dans le processus d'élaboration de ses décisions.

L'ASN maintiendra dans les années à venir des relations fortes, dans le respect de son indépendance, avec les autres acteurs impliqués dans les missions de contrôle et d'information dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. En particulier, l'ASN veillera à favoriser l'implication des parties prenantes dans des groupes de travail pluralistes.



Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

- 1 Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités** _____ 132
 - 1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN
 - 1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires
- 2 Proportionner le contrôle aux enjeux** _____ 133
 - 2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN
 - 2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants
 - 2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'INB
 - 2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants
 - 2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires
- 3 Réaliser un contrôle efficient** _____ 136
 - 3.1 L'inspection
 - 3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection
 - 3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection
 - 3.1.3 L'inspection des INB et des équipements sous pression
 - 3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives
 - 3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité
 - 3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN
 - 3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels
- 3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant**
 - 3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des INB
 - 3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique
- 3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs**
 - 3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies
 - 3.3.2 La mise en œuvre de la démarche
 - 3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire
 - 3.3.4 Le bilan statistique des événements
- 3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations**
- 3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN**
- 4 Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement** _____ 145
 - 4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires
 - 4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets
 - 4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des installations
 - 4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen
- 4.2 La surveillance de l'environnement**
 - 4.2.1 Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM)
 - 4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement
 - 4.2.3 Le contenu de la surveillance
 - 4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN
- 4.3 La qualité des mesures**
 - 4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires
 - 4.3.2 La commission d'agrément
 - 4.3.3 Les conditions d'agrément
- 5 Relever et sanctionner les écarts** _____ 153
 - 5.1 L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction
 - 5.2 Une politique adaptée de coercition et de sanction
 - 5.3 Le bilan 2018 en matière de coercition et de sanction
- 6 Perspectives** _____ 155

Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

En France, le responsable d'une activité nucléaire doit assurer la sûreté de son activité. Il ne peut pas déléguer cette responsabilité et doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé. Compte tenu des risques liés aux rayonnements ionisants pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la [réglementation](#) en matière d'environnement et d'équipements sous pression dans les installations nucléaires de base.

Le [contrôle des activités nucléaires](#) est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise en premier lieu à s'assurer que tout responsable d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations. L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels

qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

En 2018, l'ASN a déployé sa nouvelle stratégie du contrôle, notamment en focalisant son contrôle sur les actions qui produisent le plus grand bénéfice pour la protection des personnes et de l'environnement. Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement des responsables d'activité et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

La définition par l'ASN des points incontournables de contrôle

Pour chaque activité considérée comme prioritaire dans le domaine du nucléaire de proximité, l'ASN a défini des points incontournables de contrôle. Ils sont vérifiés systématiquement en inspection. Chacun d'entre eux a été défini en précisant des attentes en matière d'éléments à contrôler et de modalités de contrôle, tels que les documents à consulter avant l'inspection, des entretiens ou des observations directes, afin notamment d'assurer la plus grande cohérence sur le territoire national.

À titre d'exemple :

- 16 points sont à contrôler lors des inspections de radiographie industrielle en chantier, dont la conformité de la signalisation à la réglementation ;
- 18 points sont à contrôler lors des inspections de pratiques interventionnelles radioguidées, les plus importants portant sur la radioprotection des professionnels.

1 — Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

1.1 — Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN vise en premier lieu à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce

contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;

- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

1.2 — Le champ du contrôle des activités nucléaires

L'[article L. 592-22 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'installations nucléaires de base (INB) ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants ;

- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB.

Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.

L'ASN contrôle également les [organismes et les laboratoires](#) qu'elle agréée dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection. L'ASN exerce la mission d'inspection du travail dans les centrales électronucléaires (voir chapitre 10).

2 — Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son action de contrôle de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience de quarante années de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses homologues étrangers.

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :

- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de retour d'expérience, notamment par l'analyse des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes...).

La réalisation de certains contrôles par des organismes et des laboratoires qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

2.1 — Le contrôle réalisé par l'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

• Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement

des INB ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La [sûreté des installations nucléaires](#) repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires ([collection Sécurité n° 110](#)) puis repris en grande partie dans la [directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014](#) modifiant celle de 2009 :

- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le code de l'environnement définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités intéressant la Défense qui sont régies par les dispositions du code de la défense.

L'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016, prise en application de la [loi n° 2015-992](#) du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

• Le contrôle des appareils à pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux appareils à pression dont font partie les ESPN.

Le [code de l'environnement](#) dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de contrôle du suivi en service des appareils à pression implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des appareils à pression fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

• Le contrôle du transport de substances radioactives

Le [transport](#) comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis (voir chapitre 9).

• Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la [radioprotection](#).

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement, les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la [directive européenne 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

• Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce l'inspection du travail des 58 réacteurs en fonctionnement (répartis dans les 19 centrales nucléaires), du réacteur EPR de Flamanville et des huit réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance (voir chapitre 10).

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives) ;
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail ;
- informer l'administration des évolutions du travail et les carences éventuelles de la législation ;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la Direction générale du travail.

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales ([convention n° 81](#) de l'Organisation internationale du travail) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (6,7 équivalents temps plein) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection

Tableau 1	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	OUVERTURE ET COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants) • Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical • Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333-8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants
Organismes agréés pour les contrôles en radioprotection	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique • Audit de l'organisme • Délivrance de l'agrément 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de deuxième niveau : <ul style="list-style-type: none"> - contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes - contrôles de supervision inopinés sur le terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des contrôles de radioprotection

2.2 — Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 — Le contrôle interne des exploitants d'INB

L'ASN a adopté en 2017 une décision ([n° 2017-DC-0616](#) du 30 novembre 2017) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

2.2.2 — Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des [articles R. 4451-40 à R. 4451-51](#) du code du travail réorganisent profondément les modalités de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications ». Elles harmonisent les exigences en la matière avec celles applicables pour d'autres risques tels que notamment le risque électrique (art. R. 4226-14) ou plus généralement pour les équipements de travail (art. R. 4323-22) et proportionnent les mesures à mettre en œuvre à la nature et à l'ampleur du risque. Ces vérifications se déclinent, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité) et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection). L'arrêté prévu à l'article R. 4451-51 fixe les modalités et, le cas échéant, la fréquence des vérifications ainsi que le contenu des rapports de vérification correspondants.

2.3 — L'agrément d'organismes et de laboratoires

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les organismes et laboratoires indépendants qu'elle agréé et dont elle surveille l'action.

L'article L. 592-21 du code de l'environnement dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection. La [liste des organismes et laboratoires agréés](#) est disponible sur [asn.fr](#).

À ce titre, l'ASN agréé des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :

- vérifications en radioprotection ;
- mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ;

- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des appareils à pression en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agréé et la remise obligatoire d'un rapport annuel.

En 2017, les organismes agréés pour les contrôles en radioprotection (OARP) ont réalisé 72 550 contrôles, dont la répartition par type de sources et par domaine figure dans le tableau 2.

Les rapports des contrôles externes réalisés dans chaque établissement par les OARP sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :

- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN ;
- des inspections.

L'examen de ces rapports permet, d'une part, de vérifier que les vérifications obligatoires ont bien lieu et, d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

L'ASN agréé également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance :

- de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3) ;
- de la dosimétrie des travailleurs (voir chapitre 1).

La liste des agréments délivrés par l'ASN est tenue à jour sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, l'ASN agréé, après avis de la Commission interministérielle du transport des matières dangereuses (CITMD) :

- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives ; deux organismes sont agréés. Un renouvellement a été donné en 2018 ;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium ;
- les organismes chargés de l'homologation de type de conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport des marchandises dangereuses de la classe 7 ;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Contrôles de radioprotection réalisés en 2017 par les organismes agréés pour les contrôles en radioprotection

Tableau 2		MÉDICAL	VÉTÉRINAIRE	RECHERCHE / ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
	Sources scellées	1 363	12	3 636	13 256	17 478	35 745
Sources non scellées	669	4	2 580	1 274	8 566	13 093	
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	3 365	257	67	947	12	4 648	
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	8 478	938	744	5 214	189	15 563	
Accélérateurs de particules	496	1	108	147	17	769	
Dentaire	2 732					2 732	
Total	17 103	1 212	7 135	20 838	26 262	72 550	

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d'hexafluorure d'uranium. Un organisme a été renouvelé en 2018.

Au 31 décembre 2018 sont agréés ou habilités par l'ASN :

- 41 organismes chargés des contrôles en radioprotection ; 11 agréments ou renouvellements ont été délivrés au cours de l'année 2018 ;
- 58 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments. Neuf de ces organismes peuvent également réaliser des mesures dans des cavités et ouvrages souterrains et 6 sont agréés pour identifier les sources et voies d'entrée du radon dans les bâtiments. L'ASN a délivré 41 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2018 ;
- 14 organismes chargés de la surveillance de la dosimétrie interne des travailleurs, 7 de la surveillance externe et deux de

la surveillance de l'exposition liée à la radioactivité naturelle (1 pour l'exposition interne et 1 pour l'exposition externe). L'ASN a délivré 6 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2018 ;

- 5 organismes habilités pour les contrôles des ESPN ;
- 3 organismes habilités pour les équipements sous pression (ESP) et les récipients à pression simple (RPS) dans le périmètre des INB (suivi en service) ;
- 19 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des RPS dans le périmètre des centrales nucléaires ;
- 62 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 880 agréments, dont 129 agréments ou renouvellements délivrés au cours de l'année 2018.

L'ASN donne un avis à la Direction générale de la santé (DGS) sur l'agrément des laboratoires d'analyse de la radioactivité des eaux destinées à la consommation humaine.

3 — Réaliser un contrôle efficient

3.1 — L'inspection

3.1.1 — Les objectifs et les principes de l'inspection

L'inspection conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :

- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection ; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et apprécier les évolutions possibles de la situation ;
- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité ;
- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive ; elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

3.1.2 — Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :

- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts ;
- d'inspections, sur un échantillon représentatif, d'autres activités nucléaires ;
- de contrôles des organismes agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :

- les inspections courantes ;
- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante ;
- les inspections de revue, qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une

dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés ;

- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant ;
- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement ;
- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions⁽¹⁾, qui portent notamment sur :

- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections) ;
- la participation à des réunions de CHSCT, de comité social et économique (CSE) et de comité interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT) (chantier EPR) ;
- la réalisation d'enquêtes sur demandes, sur plaintes ou sur informations à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

L'ASN adresse à l'exploitant une [lettre de suite d'inspection](#), publiée sur [asn.fr](#), qui formalise :

- le constat d'écarts entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation ;
- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires ;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 5.2).

1. L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.

La définition par l'ASN de ses priorités d'inspection

Afin de prendre en compte, d'une part, les enjeux sanitaires et environnementaux, les performances des exploitants en matière de sûreté et de radioprotection et, d'autre part, le grand nombre d'activités qui relèvent de son contrôle, l'ASN identifie et réévalue régulièrement ses priorités d'inspection. Elle réalise un contrôle très régulier sur les sujets à enjeux, examinés systématiquement chaque année, et identifie par ailleurs les sujets d'actualité nécessitant une attention plus particulière une année donnée. À titre d'exemple, en 2018, les inspections ont notamment porté sur les thèmes ou activités suivants :

- la gestion des écarts dans les INB de catégories 2 et 3 ;
- la maîtrise des activités sous-traitées dans les centrales nucléaires ;
- le récolement des études déchets mises à jour en 2017 pour les centrales nucléaires ;
- la qualité et le contrôle des rétentions dans les centrales nucléaires ;
- les expéditions de substances radioactives réalisées par les producteurs de radiopharmaceutiques ;

- les opérations de transport réalisées par les services de médecine nucléaire ;
- les pratiques médicales interventionnelles radioguidées ;
- la détection et la prévention des risques liés au radon ;
- la radiographie industrielle.

La recherche de fraudes a également fait partie des priorités, principalement à titre de construction de modes d'inspection portant sur cette thématique.

Pour identifier ces activités et ces thèmes, l'ASN s'appuie sur les connaissances scientifiques et techniques du moment et considère les informations qu'elle-même et l'IRSN ont recueillies : résultats des inspections, fréquence et nature des incidents, modifications importantes des installations, instruction des dossiers, remontée des informations relatives à la dose reçue par les travailleurs et informations issues des contrôles par les organismes agréés. Elle adapte ses priorités pour tenir compte des événements significatifs survenus en France ou dans le monde.

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un représentant de l'IRSN spécialiste de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

• Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, selon les modalités définies par [décret n° 2007-831](#) du 11 mai 2007 fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles

d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité. Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur ;

- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS)... Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes ;
- en encourageant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 318 au 31 décembre 2018. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions, qui représentent 54 % des inspecteurs de l'ASN. Les 147 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence ; ils représentent 46 % de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 17 % des inspections en 2018, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2018

CATÉGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteur de la sûreté nucléaire* (INB)	112	109	221
dont inspecteur de la sûreté nucléaire (transport)	12	26	38
Inspecteur de la radioprotection	40	110	150
Inspecteur du travail	2	12	14
Inspecteur tous domaines confondus	147	171	318

Nombre de jours d'inspection par domaine

Tableau 4	INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (HORS ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	ÉQUIPEMENT SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGRÉÉS	TOTAL
	1 891	231	205	1 665	186	4 178

Nombre d'organismes agréés pour la mesure du radon

Tableau 5		AGRÉMENT JUSQU'AU 15 SEPTEMBRE 2019	AGRÉMENT JUSQU'AU 15 SEPTEMBRE 2020	AGRÉMENT JUSQU'AU 15 SEPTEMBRE 2021	AGRÉMENT JUSQU'AU 15 SEPTEMBRE 2022	AGRÉMENT JUSQU'AU 15 SEPTEMBRE 2023
	Niveau 1 option A*	5	8	15	11	3
	Niveau 1 option B**	0	0	1	3	1
	Niveau 2***	0	1	3	1	1

* Lieux de travail et établissements recevant du public pour tout type de bâtiment.

** Lieux de travail, cavités et ouvrages souterrains (hors bâtiment).

*** Correspond aux investigations complémentaires.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficacité de son contrôle en ciblant et modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement. Le travail d'inspection mené par les inspecteurs de l'ASN n'est pas reflété de manière adéquate par le seul nombre d'inspections réalisées, mais par le nombre de jours d'inspection (une journée passée en inspection par un inspecteur représente 1 jour.inspecteur).

En 2018, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1 813 inspections au total, représentant 4 178 jours d'inspection sur le terrain, répartis comme indiqué dans le tableau 4.

• Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en termes de contrôle (voir point 3.1). Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Il permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

• L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des [lettres de suite d'inspection](#) sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, pour chaque inspection de revue, l'ASN publie une [note d'information](#) sur [asn.fr](#).

3.1.3 — L'inspection des INB et des équipements sous pression

En 2018, 2 122 jours.inspecteur ont été consacrés à l'inspection des INB et des ESP, répartis en 748 inspections, dont environ 20% de façon inopinée.

Ce travail d'inspection est réparti en 1 150 jours.inspecteur dans les centrales nucléaires (370 inspections), 741 jours.inspecteur dans les autres INB (286 inspections), c'est-à-dire principalement les installations du cycle du combustible, installations de recherche et installations en démantèlement et 231 pour les ESP (92 inspections).

Deux inspections de revue ont été réalisées en 2018 :

- sur la centrale nucléaire de [Gravelines](#) sur le thème du management de la sûreté, plus particulièrement le respect de la documentation de maintenance et d'exploitation ;
- sur les installations exploitées par Orano sur le site du [Tricastin](#), sur le thème de la gestion de crise.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 577 interventions lors de 225 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

La répartition par thème de ces jours d'inspections par famille est présentée dans le graphique 1.

3.1.4 — L'inspection du transport de substances radioactives

205 jours.inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection des activités de transport, répartis sur 117 inspections, dont 26% de façon inopinée ; leur répartition par thème est illustrée par le graphique 2.

3.1.5 — L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon qu'elle soit proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2018, 1 665 jours.inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité, répartis sur 842 inspections, dont 10% de façon inopinée. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel ou de la recherche et vétérinaire.

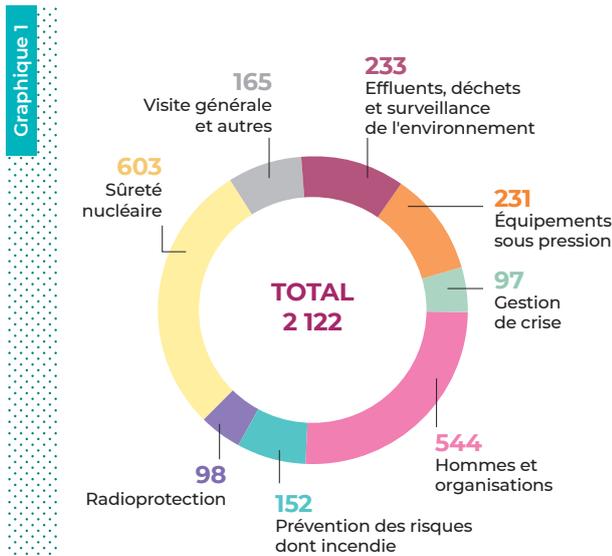
La répartition des inspections du nucléaire de proximité selon les différentes catégories d'activité est présentée dans les graphiques 3 et 4.

3.1.6 — Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

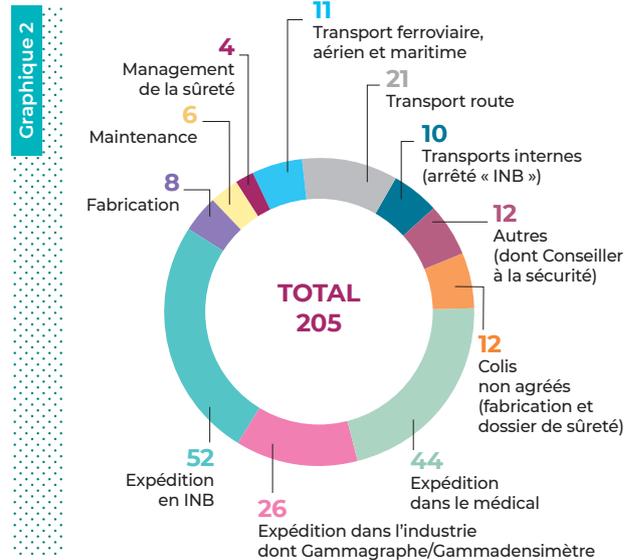
L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;

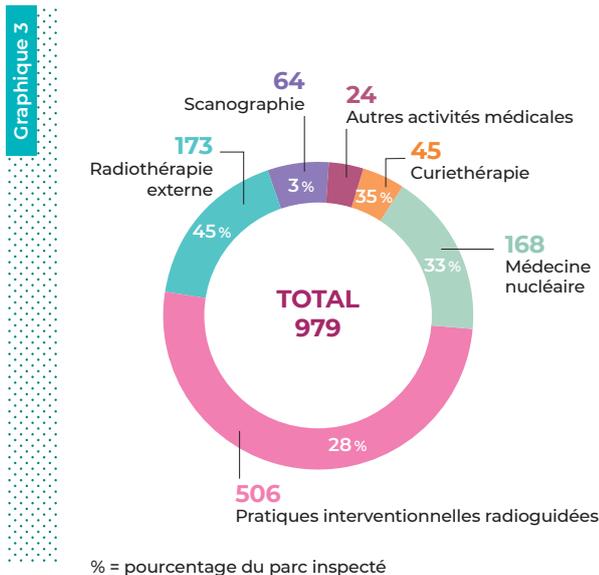
Répartition par thème des jours d'inspection dans les INB en 2018*



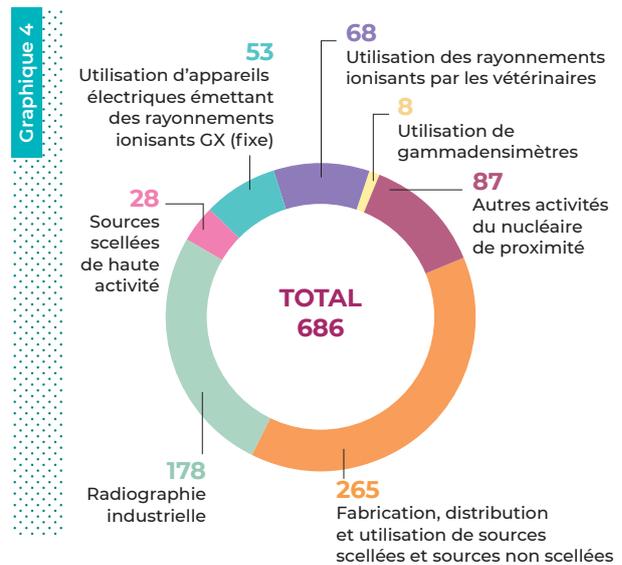
Répartition par thème des jours d'inspection dans le transport de substances radioactives en 2018*



Répartition par nature d'activité des jours d'inspection dans le domaine médical en 2018*



Répartition par nature d'activité des jours d'inspection dans le nucléaire de proximité industriel et vétérinaire en 2018*



* Chiffres arrondis sur les jours d'inspection.

- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables;
- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2018, 186 jours-inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, répartis sur 106 inspections, dont 48% de façon inopinée.

3.1.7 _ Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique

sous-jacent (radon dans les établissements recevant du public) ou des caractéristiques des matériaux utilisés dans les procédés industriels (industries non nucléaires).

• Contrôler les expositions au radon

L'article R. 1333-15 du code de la santé publique et l'article R. 4451-136 du code du travail prévoient que les mesures de l'activité volumique du radon sont réalisées soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN.

Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

Pour la campagne de mesures 2017-2018, le nombre d'organismes agréés est indiqué dans le tableau 5.

• Contrôler les expositions aux rayonnements naturels dans l'industrie non nucléaire

L'[arrêté du 25 mai 2005](#) a défini la liste des activités professionnelles (industries de traitement de minerais ou de terres rares, établissements thermiques et installations de traitement d'eaux souterraines destinées à la consommation) pour lesquelles doit être mise en place une surveillance de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants d'origine naturelle. Dans ces activités, les matériaux utilisés contiennent des radionucléides naturels susceptibles de générer des doses significatives du point de vue de la radioprotection.

• Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les ARS. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la [circulaire de la DGS du 13 juin 2007](#).

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

3.2 — L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

3.2.1 — L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des INB

L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'appuis techniques, dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Elle est également fondée sur des échanges techniques approfondis avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts (GPE) compétent; pour les autres affaires, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un GPE est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et équipements, notamment ceux du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous

pression. Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au transport de substances radioactives.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode d'exploitation apportées par l'exploitant de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation ainsi que du retour d'expérience. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

• Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des réacteurs à eau sous pression, les relations avec les prestataires...

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

3.2.2 — L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

3.3 — Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 — La démarche de détection et d'analyse des anomalies

• Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (article 19vi de la [Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994](#); article 9v de la [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997](#)) imposent aux exploitants d'INB, au titre de la défense en profondeur, de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, [«l'arrêté qualité» du 10 août 1984](#) imposait déjà un tel système.

Fort d'une expérience de trente ans, l'ASN a jugé utile de transposer à la radioprotection et à la protection de l'environnement cette démarche, initialement limitée à la sûreté nucléaire. À cet effet, l'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents:

- le [guide du 21 octobre 2005](#) regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB et aux responsables de transports internes. Il concerne les événements significatifs

qui intéressent la sûreté nucléaire des INB, le transport de matières radioactives lorsque celui-ci a lieu à l'intérieur du périmètre d'INB ou d'un site industriel sans emprunter la voie publique, la radioprotection et la protection de l'environnement;

- le [guide n° 11](#) du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants);
- le [guide n° 31](#) décrit les modalités de déclaration des événements liés au transport de substances radioactives (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1^{er} juillet 2017.

Ces [guides](#) sont consultables sur le site Internet de l'ASN, [asn.fr](#).

• Qu'est-ce qu'un événement significatif?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents...) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, les exploitants nucléaires détectent et analysent plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur d'EDF.

La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en termes de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoient l'[arrêté du 7 février 2012](#) (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au transport de substances radioactives (par exemple, l'[Accord pour le transport de marchandises dangereuses par la route](#)).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :

- des conséquences réelles ou potentielles, sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs...) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :

- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du retour d'expérience de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'[échelle INES](#) (Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques, *International Nuclear and Radiological Event Scale*) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement, d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

3.3.2 _ La mise en œuvre de la démarche

• La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un transport de substances radioactives est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs salariés ou non salariés sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'[article R. 4451-35 du code du travail](#).

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés, mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

• L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

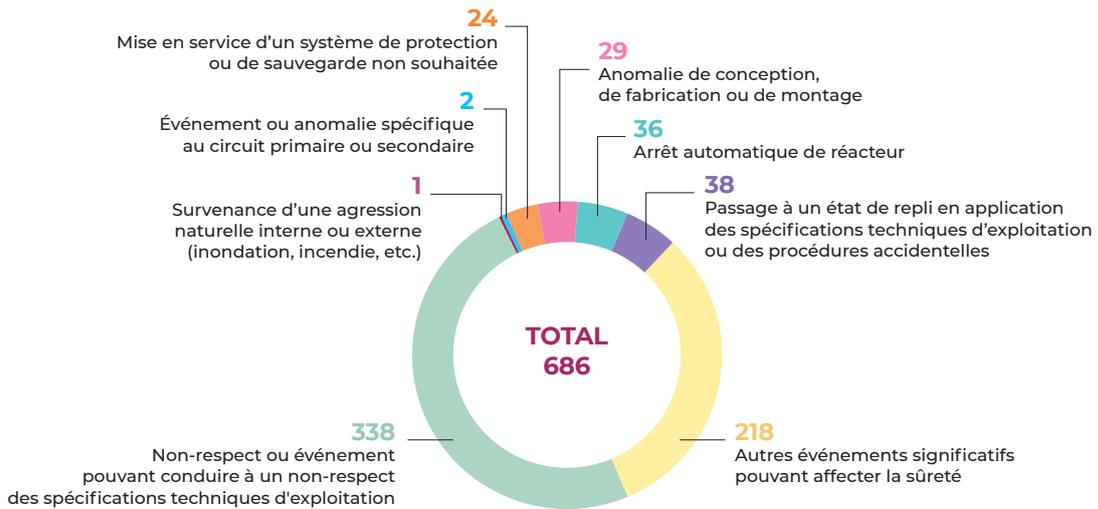
La déclaration est complétée dans les deux mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le retour d'expérience.

L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

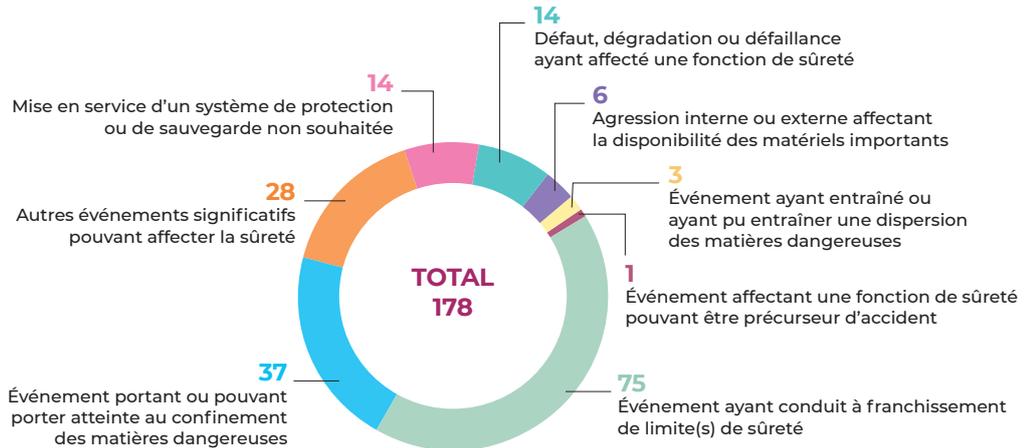
Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2018

Graphique 5



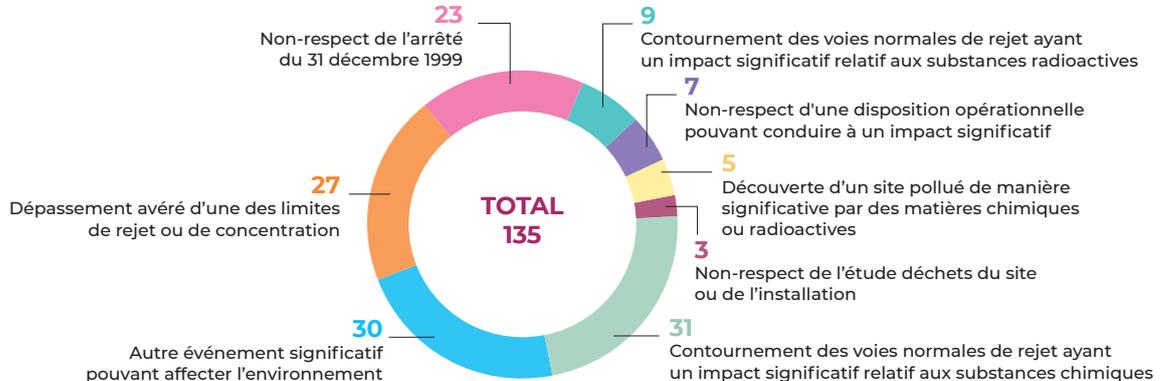
Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2018

Graphique 6



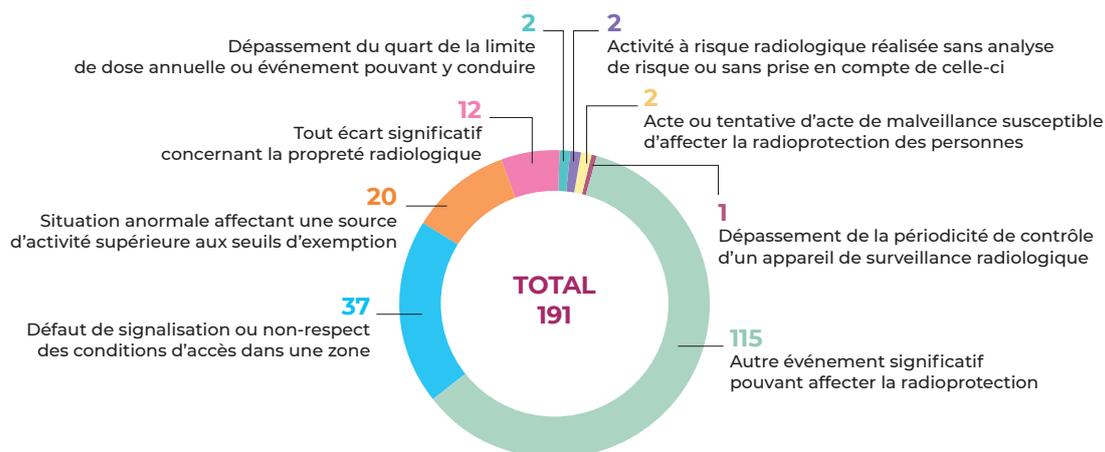
Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2018

Graphique 7



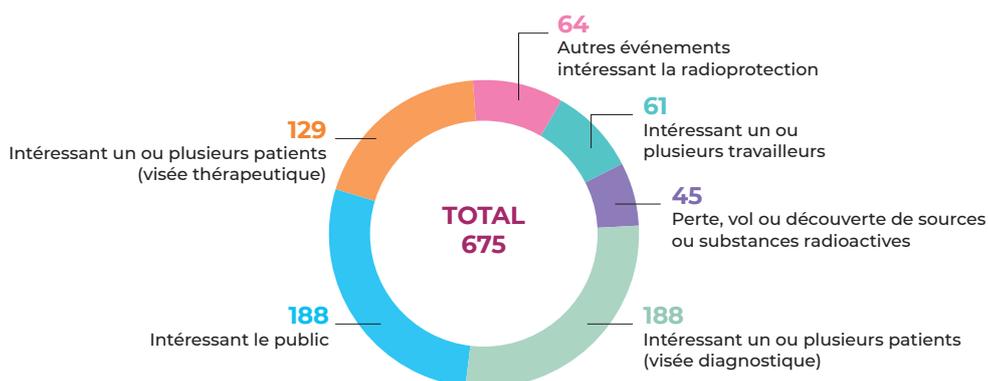
Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2018

Graphique 8



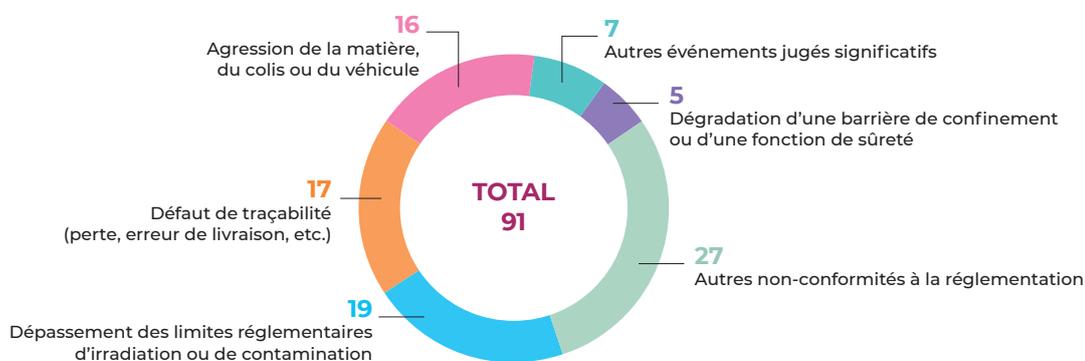
Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2018

Graphique 9



Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2018

Graphique 10



Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2013 et 2018

Tableau 6		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Installations nucléaires de base	Niveau 0	905	872	848	847	949	989
	Niveau 1	103	99	89	101	87	103
	Niveau 2	2	0	1	0	4	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total INB	1010	971	938	948	1040	1092
Nucléaire de proximité (médical et industrie)	Niveau 0	130	157	126	111	144	143
	Niveau 1	22	34	25	30	36	22
	Niveau 2	2	4	2	0	3	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total NPx	154	195	153	141	183	165
Transport de substances radioactives	Niveau 0	50	60	56	59	64	88
	Niveau 1	1	3	9	5	2	3
	Niveau 2	0	0	1	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total TSR	51	63	66	64	66	91
Total	1215	1229	1157	1153	1289	1348	

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du retour d'expérience des événements. Les comptes rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et par l'IRSN constituent une base du retour d'expérience. L'examen du retour d'expérience peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant mais également à des évolutions de la réglementation.

Le retour d'expérience comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

3.3.3 _ L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les [articles L. 592-35](#) et suivants du [code de l'environnement](#) donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies pour les autres bureaux d'enquête et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

3.3.4 _ Le bilan statistique des événements

En 2018, 1 956 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 190 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection et l'environnement dans les INB dont 1 092 sont classés sur l'échelle INES (989 événements de niveau 0 et 103 événements de niveau 1). Parmi ces événements, 26 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques », c'est-à-dire concernant plusieurs réacteurs, dont 5 au niveau 1 de l'échelle INES ;
- 91 événements significatifs concernant le transport de substances radioactives, dont 3 événements de niveau 1 sur l'échelle INES ;
- 675 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité, dont 165 classés sur l'échelle INES (22 événements de niveau 1).

En 2018, aucun événement déclaré à l'ASN n'a été classé au-delà du niveau 1 sur l'échelle INES, que ce soit dans le domaine des installations nucléaires de base, du nucléaire de proximité ou du transport de substances radioactives.

Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 6. L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'[échelle ASN-SFRO](#)⁽²⁾ des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement mais impliquant des substances non radiologiques ne sont pas couverts par l'échelle INES.

Ces événements sont caractérisés comme étant hors échelle INES.

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

Les graphiques 5 à 10 détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2018 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

3.4 — La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

L'action de contrôle est complétée par des [actions de sensibilisation](#) qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le Contrôle général des armées qui exerce le contrôle des

activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées, en lien avec l'ASN.

3.5 — L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés de son programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur asn.fr :

- de ses décisions ;
- des lettres de suite d'inspection pour toutes les activités qu'elle contrôle ;
- des agréments et habilitations qu'elle délivre ou refuse ;
- des avis d'incidents ;
- du bilan des arrêts de réacteur ;
- de ses publications thématiques.

4 — Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

4.1 — Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 — Le suivi et le contrôle des rejets

L'[arrêté INB du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360](#) de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans la [décision n° 2017-DC-0588](#) de l'ASN du 6 avril 2017, les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux réacteurs nucléaires à eau sous pression. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique et solidaire par [arrêté du 14 juin 2017](#).

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvements d'eau et de rejet.

• La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets, caractérisation de certains effluents avant rejet...) et sur l'environnement à proximité de l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe...). Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués

à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires.

• Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Elle réalise chaque année environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent en trois thèmes :

- prévention des pollutions et maîtrise des nuisances ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

L'ASN réalise également chaque année 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes précités ci-dessus. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées.

• Plan micropolluants 2016-2021

Le [Plan micropolluants^{\(3\)} 2016-2021](#) pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité, présenté par la ministre chargée de l'écologie en septembre 2016, vise à protéger les eaux de surface, les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux

3. Un micropolluant peut être défini comme une substance indésirable détectable dans l'environnement à très faible concentration (microgramme par litre, voire nanogramme par litre). Sa présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut, à ces très faibles concentrations, engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de sa toxicité, de sa persistance et de sa bioaccumulation.



Inspection de revue de l'ASN à la centrale nucléaire de Gravelines – mai 2018

destinées à la consommation humaine vis-à-vis de toutes les molécules susceptibles de polluer les ressources en eau, notamment celles préalablement identifiées lors des campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau (RSDE). Ce plan vise à répondre aux objectifs de bon état des eaux fixés par la directive-cadre sur l'eau et participe à ceux de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin en limitant l'apport de polluants *via* les cours d'eau au milieu marin.

Pour les centrales nucléaires, les campagnes RSDE avaient conclu à la nécessité de suivre particulièrement les rejets en cuivre et en zinc. Dans le cadre du Plan micropolluants, l'action de l'ASN engagée en 2017 comprend trois volets :

- suivre la mise en œuvre effective du plan d'action proposé par EDF pour réduire les rejets de cuivre et de zinc (remplacement progressif des tubes de condenseur en laiton par des tubes en inox ou en titane) ;
- suivre l'évolution des rejets de ces substances ;
- réviser si nécessaire les prescriptions individuelles fixant les valeurs limites d'émission de ces molécules pour les centrales nucléaires.

En 2018, l'ASN a démarré les travaux de révision des décisions encadrant les rejets et prélèvements d'eau des centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly et de Belleville-sur-Loire.

Cette modification prévoit entre autres la révision des valeurs limites d'émissions en cuivre et en zinc. Dans ce cadre, EDF a transmis à l'ASN une mise à jour des études d'impact de ces centrales ainsi qu'une étude présentant l'impact cumulé des quatre centrales de [Belleville-sur-Loire](#), [Dampierre-en-Burly](#), [Saint-Laurent-des-Eaux](#) et [Chinon](#) sur l'ensemble du Val de Loire. Ces études sont en cours d'instruction par l'ASN et feront l'objet d'une consultation du public en 2019.

• La comptabilisation des rejets des INB

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN](#) du 16 juillet 2013 modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet comptabilisées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne seront en aucun cas sous-estimées.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :

- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré ci-dessous) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

• Le suivi des rejets dans le domaine médical

En application de la [décision n° 2008-DC-0095](#) de l'ASN du 29 janvier 2008, des mesures de la radioactivité sont réalisées sur les effluents issus des établissements producteurs. Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m. Compte tenu des difficultés rencontrées

Pour parler mesure

- Le seuil de décision (SD) est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
 - La limite de détection (LD) est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50 % au niveau de la LD).
- De façon simplifiée, $LD \approx 2 \times SD$.

Pour les résultats de mesures sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la

limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- Rejets liquides: tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- Rejets gazeux: tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres

produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares: xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

Impact radiologique des INB depuis 2012, calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)

Tableau 7

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE RÉFÉRENCE LE PLUS EXPOSÉ EN 2017	DISTANCE AU SITE EN KM	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN MSV (A) (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2012	2013	2014	2015	2016	2017
Andra / CSA	CD24	2,1	1.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	6.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	9.10 ⁻³	2.10 ⁻²				
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
CEA / Cadarache ^(b)	Saint-Paul-lez-Durance	5	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	1.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
CEA / Fontenay-aux-Roses ^(b)	Achères	30	3.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴
CEA / Grenoble ^(c)	-	-	2.10 ⁻⁹	5.10 ⁻⁹	(c)	(c)	(c)	(c)
CEA / Marcoule ^(b) (Atalante, Centraco, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	2.10 ⁻⁵	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
CEA / Saclay ^(b)	Le Christ de Saclay	1	1.10 ⁻³	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	8.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	6.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Bugey	Vernas	1,8	6.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴
EDF / Cattenom	Koenigsmacker	4,8	3.10 ⁻³	5.10 ⁻³	8.10 ⁻³	7.10 ⁻³	9.10 ⁻³	8.10 ⁻³
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Chooz	Chooz	1,5	9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	7.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	7.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Cruas-Meyssse	Savasse	2,4	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	1.10 ⁻³	9.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Fessenheim	Nambshein	3,5	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	6.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Golfech	Golfech	1	7.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Gravelines	Gravelines	1,8	4.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	6.10 ⁻⁴	1.10 ⁻³	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Paluel	Saint-Sylvain	1,4	5.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴
EDF / Penly	Biville-sur-Mer	2,8	6.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Alban/Saint-Maurice	Saint-Pierre-de-Bœuf	2,3	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Saint-Laurent-Nouan	2,3	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Ganil / Caen	IUT	0,6	<3.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	8.10 ⁻³
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁵

(a) Pour les installations exploitées par EDF, jusqu'en 2008, seules les valeurs « adultes » étaient calculées. De 2010 à 2012, la dose du groupe de référence le plus exposé de chaque site parmi deux classes d'âge (adulte ou nourrisson) est mentionnée. À partir de 2013, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

(b) Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 microsievert, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

(c) Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

pour mettre en place les autorisations de déversement de radionucléides dans les réseaux publics d'assainissement prévues par le code de la santé publique, l'ASN a créé un groupe de travail associant administrations, « producteurs » (médecins nucléaires, chercheurs) et professionnels de l'assainissement. Le rapport de ce groupe de travail formulant des recommandations pour améliorer l'efficacité de la réglementation a été présenté en octobre 2016 au Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRADE), pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement. L'ASN a consulté les parties prenantes en 2017 sur ce sujet. Le rapport final assorti de ses recommandations sera publié en 2019.

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

4.1.2 _ L'évaluation de l'impact radiologique des installations

En application du principe d'optimisation, l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la [décision n° 2013-DC-0360](#) de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 millisievert par an – mSv/an) définie à l'[article R. 1333-11 du code de la santé publique](#). Cette limite réglementaire correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires ; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant. Ils sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne seront en aucun cas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (eaux, air, terre, lait, herbe, productions agricoles...) sont imposés aux exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 7. Dans ce tableau figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les groupes de population de référence les plus exposés.

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets comptabilisés de chaque installation pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de

rejet vers le milieu fluvial ou marin). Elle intègre également les émissions diffuses et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation. Ces éléments constituent le « terme source ».

L'estimation est effectuée par rapport à un ou plusieurs groupes de référence identifiés. Il s'agit de groupes homogènes de personnes (adulte, nourrisson, enfant) recevant la dose moyenne la plus élevée parmi l'ensemble de la population exposée à une installation donnée selon des scénarios réalistes (tenant compte de la distance au site, des données météorologiques...). L'ensemble de ces paramètres, qui sont spécifiques à chaque site, explique la plus grande partie des différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pourcent de la limite pour le public (1 mSv/an). Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

4.1.3 _ Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'[article 35 du Traité Euratom](#) impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la Commission européenne a effectué les visites de vérification suivantes :

- l'usine de retraitement de [La Hague](#) et le [centre de stockage de la Manche](#) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) en 1996 ;
- la [centrale nucléaire de Chooz](#) en 1999 ;
- la [centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire](#) en 1994 et 2003 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2005 ;
- le [site nucléaire de Pierrelatte](#) en 2008 ;
- les anciennes mines d'uranium du Limousin en 2010 ;
- le [site CEA de Cadarache](#) en 2011 ;
- les installations de surveillance de la radioactivité de l'environnement en région parisienne en 2016 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2018 (voir encadré).

4.2 _ La surveillance de l'environnement

4.2.1 _ Le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM)

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites ;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le [décret n° 2016-283](#) du 10 mars 2016 comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement),

Surveillance de l'environnement : visite de vérification de la Commission européenne au titre de l'article 35 du Traité Euratom en mai 2018 sur le site de La Hague

Une visite de vérification de la Commission européenne au titre de l'article 35 du Traité Euratom s'est tenue du 29 au 31 mai 2018 sur le site de l'usine de retraitement de La Hague.

Le programme de la visite comportait diverses présentations concernant notamment l'encadrement réglementaire des rejets liquides et gazeux de l'établissement Orano de La Hague, les programmes de surveillance de l'environnement autour du site mis en œuvre respectivement par l'exploitant et par l'IRSN, le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM) et l'agrément, par l'ASN, des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement. Ces présentations ont été complétées par des visites sur le site de La Hague et dans ses environs (laboratoires dédiés à la surveillance de l'environnement, au contrôle des effluents et aux mesures de dosimétrie, véhicules d'intervention, stations de prélèvement, station de surveillance de l'environnement du village de

Digulleville, station de surveillance exploitée par l'IRSN à Omonville-la-Petite et laboratoire IRSN de Cherbourg-Octeville).

À l'issue de la visite, les représentants de la Commission se sont déclarés très satisfaits de l'ensemble des présentations ainsi que des visites. Ils ont souligné la pertinence et la complétude du programme de surveillance mis en œuvre et ont salué la démarche de mise à la disposition du public de l'ensemble des résultats de mesures de radioactivité réalisées dans l'environnement que permet le RNM.

Le rapport technique de cette visite, rédigé par les membres de la Commission, est en cours de finalisation et sera publié sur le site Internet de la Commission européenne. Les conclusions de ce rapport indiquent que les moyens de surveillance de l'environnement mis en œuvre, aussi bien en situation normale qu'en situation d'urgence, sont adéquats et répondent aux exigences réglementaires.

les ministères (DGS, Direction générale de l'alimentation, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes...), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires par exemple, contrôlées par le ministère chargé de l'agriculture);

- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les [commissions locales d'information](#) (CLI).

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site Internet spécifique ([mesure-radioactivite.fr](#)) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, agences régionales de santé, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de CLI, IRSN, ASN... La [décision n° CODEP-DEU-2018-046583](#) du 26 septembre 2018 prise par l'ASN a renouvelé la composition du comité de pilotage du RNM.

4.2.2 _ L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la [décision n° 2013-DC-0360](#) de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (décret d'autorisation de création, arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radio-écologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol) ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux...) : un point zéro est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;
- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines et du respect de la réglementation par les exploitants ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

4.2.3 _ Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un centre de stockage de déchets... Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'[arrêté du 7 février 2012](#) modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la [décision du 16 juillet 2013](#) modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB

Tableau 8	MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT AREVA DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015)
	Air au niveau du sol	<ul style="list-style-type: none"> 4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG) Spectrométrie γ si $\beta G > 2 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie γ mensuelle sur regroupements des filtres par station 1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 	<ul style="list-style-type: none"> 5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités α globale (αG) et β globale (βG) Spectrométrie γ si αG ou $\beta G > 1 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie α (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station 5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur adsorbant spécifique avec spectrométrie γ hebdomadaire pour la mesure des iodes 5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du ^{14}C atmosphérique 5 stations de mesure en continu de l'activité du ^{85}Kr dans l'air
	Rayonnement γ ambiant	<ul style="list-style-type: none"> Mesure en continu avec enregistrement : <ul style="list-style-type: none"> 4 balises à 1 km 10 balises aux limites du site 4 balises à 5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 5 balises avec mesure en continu et enregistrement 11 balises avec mesure en continu à la clôture du site
	Pluie	<ul style="list-style-type: none"> 1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles βG et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de αG, βG et du ^3H Spectrométrie γ si αG ou βG significatif
	Milieu récepteur des rejets liquides	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet Mesure βG, du potassium (K)* et ^3H Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange Mesure ^3H (mélange moyen quotidien) Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie γ, mesure ^3H libre, et, sur les poissons, ^{14}C et ^3H organiquement lié Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures βG, K, ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie γ, ^3H) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries α et γ et mesures βG, K, ^3H et ^{90}Sr Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie γ et mesures βG, K, ^3H Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie γ + mesure ^{14}C et spectrométrie α pour les algues et patelles en 6 points Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries α et γ et mesure ^{14}C Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries α et γ mesure ^{90}Sr Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures αG, βG, K et ^3H Prélèvements trimestriels des sédiments dans 4 principaux ruisseaux avoisinants le site, avec spectrométries γ et α Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinants le site avec spectrométrie γ et mesure ^3H
	Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure αG, βG, du K et du ^3H
	Eaux de consommation	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures αG, βG, K et ^3H
	Sol	<ul style="list-style-type: none"> 1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie γ et mesure du ^{14}C
	Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle et mesures trimestrielles ^{14}C et du C Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie γ, mesure ^3H, et ^{14}C 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie γ et mesure de ^3H et ^{14}C Spectrométrie α annuelle en chaque point Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries α et γ, mesures du ^3H, du ^{14}C et du ^{90}Sr
	Lait	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle, mesure trimestrielle ^{14}C et mesure annuelle ^{90}Sr et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie γ, mesure de K, ^3H, ^{14}C et, ^{90}Sr

αG = α global ; βG = β global

* Mesures de la concentration totale de potassium et par spectrométrie pour ^{40}K .

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 8 présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'un centre de recherche ou usine.

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de [Cadarache](#) et du [Tricastin](#) depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.

4.2.4 – La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de [réseaux de mesure et de prélèvement](#) consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante) ;
- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques) ;
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons...);
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :

- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
 - le réseau Téléray (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 km autour des INB ;
 - le réseau Hydrotéléray (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national) ;
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques ;
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télémessures).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'accident de Tchernobyl. Des traces de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la [décision n° 2008-DC-0099](#) de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée, l'IRSN publie régulièrement un bilan de l'état radiologique de l'environnement français. La [troisième édition de ce bilan](#) a été publiée à la fin de l'année 2018 et correspond à la période 2015-2017. En complément, l'IRSN établit également des constats radiologiques régionaux fournissant une information plus précise sur un territoire donné.

4.3 – La qualité des mesures

Les articles R. 1333-25 et R. 1333-26 du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :

- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN ;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site Internet du RNM (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante (voir tableau 9). La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, une cinquantaine de types de mesure est couverte par un agrément. Il leur correspond autant d'essais de comparaison interlaboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de cinq ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

4.3.1 – La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les dispositions d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :

- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un essai de comparaison interlaboratoires ;
- son instruction par l'ASN ;
- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son [Bulletin officiel](#). La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les six mois.

La décision de l'ASN du 29 avril 2008 précitée a été modifiée par la [décision n° 2018-DC-0648](#) de l'ASN du 16 octobre 2018, notamment afin d'introduire un nouveau type d'agrément correspondant à la mesure du radon 222 dans l'eau. Cette révision permet un rapprochement entre les procédures d'agréments délivrés respectivement par l'ASN dans le cadre du RNM et par

Enseignements tirés par l'ASN sur l'organisation des EIL et les résultats de ces essais

De 2003 à 2018, l'IRSN a organisé 76 EIL. La participation des laboratoires aux EIL répond à la fois à l'exigence imposée par la norme NF EN ISO/CEI 17025 spécifiant les exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais ainsi qu'à la réglementation qui prévoit l'obligation, pour les laboratoires, de présenter les résultats obtenus aux EIL à l'appui de leurs demandes d'agrément.

Depuis les premiers EIL organisés en 2003, l'ASN et l'IRSN ont pu constater que des progrès ont été enregistrés pour la population des laboratoires agréés: au cours du temps, les laboratoires obtiennent globalement davantage de résultats satisfaisants aux EIL, ce qui se traduit par une diminution relative du nombre d'essais contradictoires à

organiser et du nombre d'agréments délivrés pour des durées probatoires.

Ainsi, l'ASN considère que l'organisation, par l'IRSN, des essais de comparaison interlaboratoires est un système efficace, robuste et bien rodé, qui remplit tout à fait son objectif d'apprécier la qualité et la fiabilité des mesures effectuées par les différents laboratoires participants. Il concourt à favoriser la montée en compétence des laboratoires et le maintien de leurs performances au cours du temps, afin de garantir la qualité des résultats de mesure de la radioactivité de l'environnement mis à disposition du public sur le site du RNM mesure-radioactivite.fr.

la Direction générale de la santé (DGS) dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, qui reposent sur des exigences techniques communes: pour obtenir l'agrément de la DGS, les laboratoires devront désormais avoir obtenu en préalable l'agrément de l'ASN.

4.3.2 _ La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les six mois.

La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN. La [décision n° CODEP-DEU-2018-046580](#) de l'ASN du 26 septembre 2018 portant nomination à la commission d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement a renouvelé, pour une durée de cinq ans, les membres de la commission.

4.3.3 _ Les conditions d'agrément

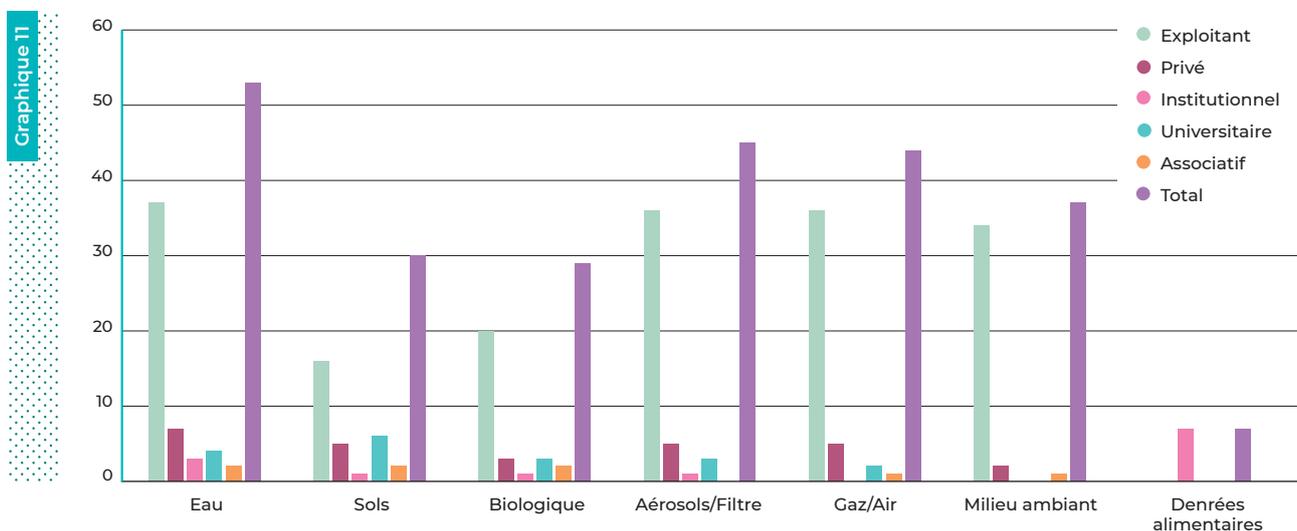
Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui réponde aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer à des EIL organisés par l'IRSN. Le programme, désormais quinquennal, de ces essais est mis à jour annuellement (voir tableau 9). Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM (mesure-radioactivite.fr). Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut, sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de un ou deux ans par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2018, l'IRSN a organisé six EIL. Depuis 2003, 76 EIL ont été menés couvrant près de 58 types d'agrément. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 53 laboratoires. Ils sont entre une trentaine et une quarantaine de laboratoires à

Répartition du nombre de laboratoires agréés pour une matrice environnementale donnée au 1^{er} janvier 2019



Grille d'agrément et programme prévisionnel quinquennal des essais interlaboratoires

Tableau 9	CODE	CATÉGORIE DE MESURES RADIOACTIVES	TYPE 1		TYPE 2		TYPE 3		TYPE 4		TYPE 5		TYPE 6		TYPE 7						
			EAU DE MER	EAUX	MATRICES SOLS ET SÉDIMENTS	MATRICES BIOLOGIQUES	AÉROSOLS SUR FILTRE	GAZ AIR	MILIEU AMBIANT (SOL/AIR)	DENRÉES ALIMENTAIRES POUR CONTRÔLE SANITAIRE											
..-01	Radionucléides émetteurs $\gamma > 100$ keV		■	1_01	■	2_01	■	3_01	■	4_01	■	5_01	-	-	■	■	■	■	■	■	7_01
..-02	Radionucléides émetteurs $\gamma < 100$ keV		■	1_02	■	2_02	■	3_02	■	4_02	■	5_02	-	-	■	■	■	■	■	■	7_02
..-03	Alpha global		■	1_03	-	-	-	-	■	4_03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-04	Bêta global		■	1_04	-	-	-	-	■	4_04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-05	^3H		■	1_05	-	2_05	■	3_05	-	-	-	Cf.1_05 5_05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-06	^{14}C		■	1_06	-	2_06	■	3_06	-	-	■	5_06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-07	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$		■	1_07	■	2_07	■	3_07	■	4_07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-08	Autres émetteurs bêta purs (^{63}Ni ...)		■	1_08	■	2_08	■	3_08	■	4_08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-09	isotopes U		■	1_09	■	2_09	■	3_09	■	4_09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-10	isotopes Th			1_10	■	2_10	■	3_10	■	4_10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-11	^{226}Ra + desc.		■	1_11	■	2_11	■	3_11	-	-	-	^{222}Rn 5_11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-12	^{228}Ra + desc.		■	1_12	■	2_12	■	3_12	-	-	-	^{220}Rn 5_12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-13	Isotopes Pu, Am, (Cm, Np)		■	1_13	■	2_13	■	3_13	■	4_13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-14	Gaz halogénés			-	-	-	-	-	-	-	■	5_14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-15	Gaz rares			■	-	-	-	-	-	-	■	5_15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
..-16	Dosimétrie gamma ambiante			-	-	-	-	-	-	-	-	-	■	6_16	-	-	-	-	-	-	-
..-17	Uranium pondéral		■	1_17	■	2_17	■	3_17	■	4_17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

■ 1^{er} semestre 2019 ■ 1^{er} semestre 2020 ■ 1^{er} semestre 2021 ■ 1^{er} semestre 2022 ■ 1^{er} semestre 2023 L: Liquide
 ■ 2^e semestre 2019 ■ 2^e semestre 2020 ■ 2^e semestre 2021 ■ 2^e semestre 2022 ■ 2^e semestre 2023 S: Solide

Les cases de la grille d'agrément pour lesquelles un EIL est programmé correspondent aux couples matrice/type de mesure pour lesquels une surveillance réglementaire est imposée à au moins un exploitant.

disposer d'agrèments pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires s'établit à 30. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, seule une dizaine d'entre eux est agréée pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et

les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique...).

En 2018, l'ASN a délivré 129 agrèments ou renouvellements d'agrèments. Au 1^{er} janvier 2019, le nombre total de laboratoires agréés est de 62, ce qui représente 880 agrèments, tous types confondus, en cours de validité.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur asn.fr.

5 — Relever et sanctionner les écarts

L'ASN met en œuvre des mesures de coercition, permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

5.1 — L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction

Dans certaines situations où l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation ou à la législation, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures

de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art »...);
- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur;
- la lettre officielle des services de l'ASN (lettre de suite d'inspection);
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à certaines conditions dans un délai déterminé;
- des sanctions administratives prononcées après mise en demeure.

Outre ces actions administratives de l'ASN, des procès-verbaux peuvent être dressés par l'inspecteur et transmis au procureur de la République.

5.2 — Une politique adaptée de coercition et de sanction

Lorsque l'ASN constate des manquements aux dispositions législatives et réglementaires en matière de sûreté ou de radioprotection (dispositions du code de la santé publique et du code du travail), des mesures de police ou des sanctions peuvent être prises à l'encontre des exploitants ou des responsables d'activités nucléaires, après échange contradictoire, dans le respect des droits de la défense, et mise en demeure préalable.

La loi (code de l'environnement et code de la santé publique) prévoit, en cas de constatation d'inobservation des dispositions et prescriptions applicables, des mesures de police et sanctions administratives graduées :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux);
- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure);
- l'amende administrative.

À noter que ces deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. L'amende administrative relèvera de la compétence de la future Commission des sanctions de l'ASN dont la mise en place interviendra lorsque les dispositions d'application appelées par l'[ordonnance](#) auront été adoptées et seront entrées en vigueur (décret en Conseil d'État).

La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par procès-verbaux dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmises au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

Le code de l'environnement et ses décrets et arrêtés d'application prévoient des sanctions pénales, relevant de la contravention ou du délit : une amende, voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 € et trois ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 M€, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit des sanctions pénales aux articles L. 1337-5 à L. 1337-9 : sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 € et une peine d'emprisonnement de six mois à un an, selon la gravité du manquement, des peines complémentaires pouvant être appliquées à l'encontre des personnes morales.

Des contraventions de la cinquième classe (amende) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, par le [décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007](#) relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière nucléaire, du transport de substances radioactives, pour les infractions détaillées à son article 56, ainsi que sur le champ de la radioprotection, par le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire (art. R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique), notamment s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du conseiller en radioprotection).

Pour le domaine des appareils à pression, en application des dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression, l'ASN, en charge du contrôle de ces équipements dans les INB, dispose d'un pouvoir de coercition et de sanction à l'encontre des exploitants. Ces dispositions permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité.

Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le procès-verbal, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2013 et 2018

Tableau 10	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	26	15	14	7	13*	14
PV inspection du travail en centrale nucléaire	10	9	3	1	5	2

* Le bilan 2017 a été complété postérieurement à l'édition du *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2017*.

5.3 — Le bilan 2018 en matière de coercition et de sanction

À la suite des infractions constatées, les inspecteurs de l'ASN (inspecteurs de la sûreté nucléaire, pour les INB, le transport de substances radioactives ou les équipements sous pression nucléaires, inspecteurs du travail et inspecteurs de la radioprotection) ont transmis 16 procès-verbaux aux procureurs, dont deux au titre de l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

L'ASN a pris cinq mises en demeure vis-à-vis d'exploitants d'INB.

Sur le champ de l'inspection du travail, une amende administrative a été prononcée par la direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte) de Normandie.

Le tableau 10 indique le nombre de procès-verbaux dressés par les inspecteurs de l'ASN depuis 2013.

6 — Perspectives

Le [plan stratégique pluriannuel de l'ASN](#) retient comme objectif de renforcer l'efficacité de son action de terrain, notamment en renforçant la capacité des inspecteurs à détecter les écarts et en développant de nouvelles pratiques d'inspection. Des actions sont engagées en ce sens sous l'impulsion de l'inspecteur en chef de l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a été lauréate d'un appel à manifestation d'intérêt lancé dans le cadre du programme d'investissements d'avenir pour expérimenter l'intelligence artificielle dans les services publics. Le projet de l'ASN, intitulé [Siance](#) – Système

d'intelligence artificielle pour le nucléaire, son contrôle et son évaluation –, a vocation à exploiter les données constituées par les plus de 21 000 lettres de suite d'inspection de l'ASN pour accompagner les inspecteurs dans leur travail. Il vise, en particulier, à détecter automatiquement, grâce à l'analyse des lettres de suite d'inspection, les signaux faibles et les tendances statistiques et à orienter ainsi les prochains programmes d'inspection avec un meilleur ciblage des thèmes ou des éléments à contrôler. Cet outil sera développé en 2019 avec l'appui de la Direction interministérielle du numérique et du système d'information.



Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

- 1 Anticiper** _____ 158
 - 1.1 Prévoir et planifier**
 - 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux INB
 - 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives
 - 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique
 - 1.1.4 Le rôle de l'ASN dans l'instruction et le suivi des plans d'urgence et l'élaboration des plans de secours
 - 1.2 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires**
 - 1.3 S'organiser collectivement**
 - 1.3.1 L'organisation locale
 - 1.3.2 L'organisation nationale
 - 1.4 Protéger la population**
 - 1.4.1 Les actions de protection générale
 - 1.4.2 La mise à disposition des comprimés d'iode
 - 1.4.3 La prise en charge des personnes contaminées
 - 1.5 Appréhender les conséquences à long terme**
- 2 S'organiser pour agir en situation d'urgence et post-accidentelle** _____ 164
 - 2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN
 - 2.2 L'organisation de l'ASN
- 3 Exploiter les enseignements** _____ 167
 - 3.1 S'exercer**
 - 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique
 - 3.2 Évaluer pour s'améliorer**
- 4 Perspectives** _____ 169

Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais aussi à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une situation d'urgence radiologique.

Les [situations d'urgence radiologique](#), qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle. La doctrine relative aux périodes de sortie de la phase d'urgence, de transition et de long terme, publiée en novembre 2012, fera l'objet d'une actualisation en 2019. Les orientations de cette actualisation ont été validées fin 2018.

1 — Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la réduction du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les plans d'urgence et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

1.1 — Prévoir et planifier

1.1.1 — Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux INB

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

L'ASN a participé à l'élaboration du [Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur](#), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie par le [Codirpa](#). Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à prendre. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement. La déclinaison au niveau local de ce plan dans les départements français a été engagée en 2015, sous l'égide des préfets de zones de défense et de sécurité et est aujourd'hui en phase d'achèvement.

Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention (PPI) est établi par le préfet du département concerné en application des [articles L. 741-6, R. 741-18](#) et suivants du code de la sécurité intérieure, « en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement ». Ces articles précisent également

quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection mises en œuvre par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est mis en œuvre.

Le plan d'urgence interne (PUI), établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. En application du [décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007](#) relatif aux INB et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, le PUI est l'une des pièces devant être incluses dans le dossier adressé par l'exploitant à l'ASN en vue de la mise en service de son installation. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne, dite [décision « urgence »](#), homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

1.1.2 _ Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Les transports de substances radioactives représentent près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

En application du règlement international du transport de matières dangereuses, les intervenants dans le transport de marchandises dangereuses doivent prendre les dispositions appropriées selon la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Ces actions sont décrites dans un plan de gestion des événements liés au transport de substances radioactives. Le contenu de ces plans est défini dans le [guide n° 17 de l'ASN](#).

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure dans sa déclinaison du Plan national de réponse un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec TMR (Transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (Service départemental d'incendie et de secours - SDIS), et forces de l'ordre notamment), à partir des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

1.1.3 _ La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle ;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement ;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants concernés, la [circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390](#) du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers CODIS-CTA (Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours - Centre de traitement de l'alerte), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du plan gouvernemental NRBC (Nucléaire Radiologique Biologique Chimique).

1.1.4 _ Le rôle de l'ASN dans l'instruction et le suivi des plans d'urgence et l'élaboration des plans de secours

• L'instruction des plans d'urgence des installations ou activités nucléaires

L'ASN instruit les plans d'urgence interne, dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB ou de détention et d'utilisation des sources scellées de haute activité ([article R. 1333-33](#) du code de la santé publique), et les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives ainsi que leur mise à jour.

• La participation à l'élaboration des plans de secours

Les plans de secours, tels que les PPI, identifient les actions de protection des populations afin de limiter les conséquences d'un accident éventuel sur la santé et l'environnement. La mise en œuvre de ces actions est décidée par le préfet en fonction de la dose prévisionnelle que recevrait la population lors de l'accident.

En application du code de la sécurité intérieure, le préfet est responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI. L'ASN lui apporte son concours en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, les éléments techniques que doivent fournir les exploitants et en particulier la nature et l'ampleur des conséquences d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 10 km autour du réacteur affecté (cette distance va être portée à 20 km). En effet, le ministère de l'Intérieur a publié le [3 octobre 2016 une instruction relative à la réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur](#) - Évolution de la doctrine nationale pour l'élaboration ou la modification des PPI autour des centrales nucléaires exploitées par EDF. En 2017, il a publié un guide à destination des préfetures afin de décliner cette instruction en mettant à jour les PPI des centrales nucléaires

Inspection de revue « gestion de crise » à Tricastin

L'équipe de cette inspection de revue, qui concernait le thème de la gestion des situations d'urgence, était composée d'une dizaine d'inspecteurs venant de toute la France, de l'inspecteur en chef de l'ASN et d'un inspecteur de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND).

La première demi-journée a été consacrée à l'organisation générale du site en matière de gestion de crise et certaines fonctions dédiées. Le deuxième jour, les inspecteurs se sont présentés à l'entrée du site en pleine nuit pour un exercice inopiné de grande ampleur conduisant à l'activation du Plan d'urgence interne (PUI) (mais aussi, pour certains exploitants du PPI phase réflexe...).

Cette mise en situation a permis de tester à la fois la qualité de la réponse opérationnelle du site et la qualité de l'organisation de crise.

La suite de l'inspection s'est déroulée sur les différentes installations du vaste site du Tricastin, chaque équipe d'inspecteurs conduisant des mises en situation théoriques ou pratiques.

Cette inspection a permis de constater que, malgré certaines faiblesses relevées sur le terrain et un nécessaire éclaircissement dans le partage des responsabilités au « PC direction » local, qui est depuis intervenu avec le passage à l'exploitant unique, le site est jugé apte à gérer un accident conduisant à la mise en œuvre du PUI sur une installation. L'inspection a par ailleurs permis de démontrer l'intérêt de réaliser des inspections avec des exercices de terrain pour rendre plus robuste, et sans doute plus rapide, l'instruction par l'ASN des dispositions des plans d'urgence interne.

pour tenir compte des évolutions, notamment la préparation d'une évacuation « immédiate » dans un rayon de 5 km, l'intégration dès la phase d'urgence de restrictions de consommation et l'élargissement du rayon PPI des centrales nucléaires à 20 km.

Les PPI comprennent une phase dite « réflexe » prévoyant l'alerte immédiate par l'exploitant des populations situées dans un rayon de 2 km autour de l'installation, et leur mise à l'abri et à l'écoute. Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques. Des travaux de révision des PPI entrepris en 2018 permettent de définir les communes concernées par l'extension de ces plans.

L'ASN apporte également son appui à la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC) du ministère de l'Intérieur en vue de compléter les PPI sur les volets relatifs à la gestion post-accidentelle (voir point 1.5).

1.2 — Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. De telles démarches sont ainsi mises en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et ont été renforcées depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux [livres I^{er} et V du code de l'environnement](#)) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations. Compte tenu des spécificités de la gestion de crise nucléaire ou radiologique et des risques considérés, les dispositions retenues pour les INB pourraient être plus sévères que pour les installations classées pour la protection de l'environnement et conduire à des mesures plus contraignantes.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;

- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

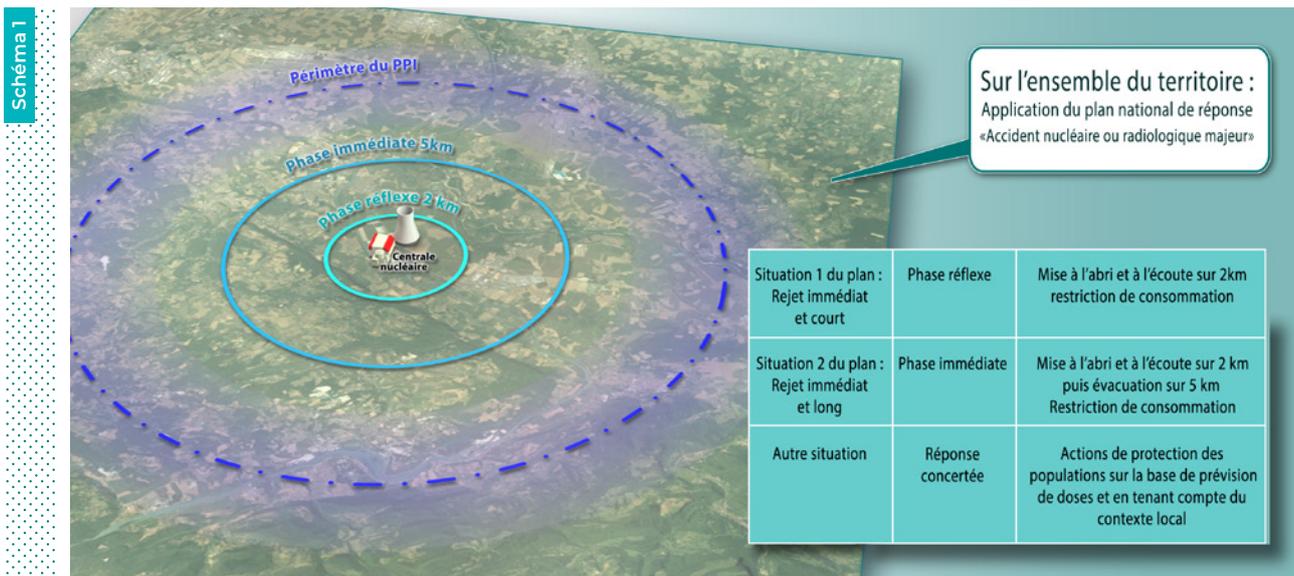
La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut la population concernée. Elle se concentre sur les zones « réflexes » des PPI, établies dans le cadre de la [circulaire du 10 mars 2000](#) portant révision des plans particuliers d'intervention relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'instruction du 3 octobre 2016. Dans ces zones « réflexes », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide.

Une [circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010](#) relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le [guide n° 15 de l'ASN](#) relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur



04

1.3 — S'organiser collectivement

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La [loi n° 2004-811 du 13 août 2004](#) relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux [articles L. 741-1 à L. 741-32](#) relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

À la suite de l'accident de Fukushima, de nombreuses réflexions ont été engagées à l'échelle nationale et internationale pour conforter et, le cas échéant, améliorer l'organisation des pouvoirs publics. En effet, l'accident survenu à Fukushima a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

1.3.1 — L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1) ;

- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires ;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI, des plans Orsec ou du plan de protection externe (PPE) en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN, notamment au travers de sa division territoriale, assiste le préfet pour la gestion de la situation ;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale ;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution d'iode.

1.3.2 — L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de

préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés ;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN ;
- les représentants de l'exploitant ;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

1.4 – Protéger la population

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

1.4.1 – Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, plusieurs actions peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute : les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias ;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable : sur ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode ;
- l'évacuation : en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

Les doses prévisionnelles sont calculées généralement sur une période de 24 heures au maximum pour un enfant d'un an (âge où la sensibilité aux rayonnements ionisants est la plus élevée) exposé aux rejets.

En cas de rejet de substances radioactives dans l'environnement, des actions destinées à préparer la gestion de la phase post-accidentelle sont décidées. Elles reposent sur la définition d'un zonage du territoire qui sera mis en place dès la fin des rejets en sortie de la phase d'urgence, et qui comprend :

- une zone de protection de la population (ZPP) à l'intérieur de laquelle des actions sont nécessaires pour réduire, à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, l'exposition des populations due à la radioactivité ambiante et à l'ingestion de denrées contaminées (par exemple, l'interdiction de consommation des produits du jardin, la limitation de la fréquentation des zones boisées, l'aération et le nettoyage des habitations...);
- une zone de surveillance renforcée des territoires (ZST), plus étendue et davantage destinée à permettre la gestion économique des territoires, au sein de laquelle une surveillance spécifique des denrées alimentaires et des produits agricoles sera mise en place ;
- le cas échéant, à l'intérieur de la ZPP, un périmètre, dit d'éloignement, défini en fonction de la radioactivité ambiante (exposition externe) ; les résidents doivent en être éloignés pour une durée plus ou moins longue en fonction du niveau d'exposition dans leur milieu de vie.

Transposition de la directive « BSS » : cas des situations d'urgence

La transposition de la [directive européenne du 5 décembre 2013 « BSS »](#) a été réalisée *via* la publication du [décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, du [décret n° 2018-437](#) relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants et du [décret n° 2018-438](#) du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs.

Les « niveaux de référence » ont été introduits par l'[ordonnance du 10 février 2016](#). Utilisés notamment dans le cas de situations d'urgence radiologique et post-accidentelles, ils constituent un « repère » dans la démarche d'optimisation. Pour les situations d'urgence, la valeur choisie est de 100 mSv/an en dose efficace reçue pendant la durée de la situation d'urgence radiologique pour l'exposition de la population (R. 1333-82).

Les « valeurs repères » associées sont respectivement de :

- 50 mSv en dose efficace : pour décider d'une évacuation ;
- 10 mSv en dose efficace : pour une mise à l'abri ;
- 50 mSv en dose efficace : pour une distribution d'iode.

Ces doses sont calculées sur la durée des rejets.

Les dispositions ayant trait à la santé et à la sécurité des travailleurs intervenant en situation d'urgence radiologique

sont transférées intégralement vers le code du travail (R. 4451-96 à R. 4451-110), afin de permettre de traiter de manière homogène les dispositions applicables aux travailleurs intervenant en situation d'urgence radiologique, qu'ils agissent sur le site de l'accident, dans le périmètre de l'installation ou à l'extérieur dans les zones où des dispositions particulières ont été prises pour protéger les populations.

Deux groupes d'intervenants en situation d'urgence sont définis. Les intervenants sont affectés :

- au premier groupe, lorsque la dose efficace liée à l'exposition professionnelle est susceptible de dépasser 20 mSv durant la situation d'urgence radiologique ;
- au second groupe lorsqu'ils ne relèvent pas du premier groupe et que la dose efficace est susceptible de dépasser 1 mSv durant la situation d'urgence radiologique.

Le niveau de référence en situation d'exposition d'urgence radiologique est de 100 mSv pour la dose efficace susceptible d'être reçue par un travailleur intervenant dans une telle situation et il est de 500 mSv en situation exceptionnelle (pour sauver des vies, empêcher de graves effets sanitaires radio-induits ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques).

1.4.2 _ La mise à disposition des comprimés d'iode

L'ingestion de comprimés d'iode stable permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérigènes des iodures radioactifs.

La [circulaire du 27 mai 2009](#) définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution d'iode.

L'exploitant est responsable de la sûreté de ses installations. Cette circulaire prévoit que l'exploitant finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

En 2018, l'ASN a travaillé en collaboration avec les ministères de l'Intérieur, de la Santé, de l'Éducation nationale, le conseil de l'ordre des pharmaciens et des médecins, l'Ancli, l'IRSN et EDF à la future [campagne nationale de distribution de comprimés d'iode](#) auprès des populations situées dans la zone couverte par les PPI entre 10 et 20 km autour des centrales nucléaires.

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la Santé et de l'Intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par Santé publique France (comprenant notamment l'Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une [circulaire du 11 juillet 2011](#) relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iodure de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans le cadre de la déclinaison territoriale du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur.

1.4.3 _ La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La [circulaire n° 800/SGDSN/PSE/PPS](#) du 18 février 2011 précise la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives. Ces dispositions, qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le [Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique](#) publié en 2008, dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la [circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002](#) relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide du Secrétaire général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), une nouvelle version de ce guide prenant en compte l'évolution de certaines pratiques est en cours d'élaboration.



Campagne nationale 2016 de distribution de comprimés d'iode

1.5 _ Appréhender les conséquences à long terme

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire. Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

Les conditions de remboursement des dommages consécutifs à un accident nucléaire sont actuellement prévues par la [loi n° 68-943 du 30 octobre 1968](#) modifiée relative à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. La France a par ailleurs ratifié les protocoles signés le 12 février 2004 qui ont renforcé les conventions de Paris du 29 juillet 1960 et de Bruxelles du 31 janvier 1963 relatives à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ces protocoles et les mesures nécessaires à leur application sont codifiés dans le code de l'environnement ([section I du chapitre VII du titre IX du livre V](#)). Ces dispositions et les nouveaux seuils de responsabilité fixés par les deux protocoles sont entrés en vigueur en février 2016, en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV). Un [arrêté du 19 août 2016](#) fixe la liste des sites bénéficiant d'un montant de responsabilité réduit pour ceux où les risques sont limités.

Le Codirpa poursuit actuellement des travaux pour prendre en compte les enseignements de la [gestion post-accidentelle](#) mise en œuvre au Japon après la catastrophe de Fukushima mais aussi le retour d'expérience des exercices de crise.

Un nouveau groupe de travail (GT) a été constitué en 2018 pour établir les orientations de la révision de la doctrine [Codirpa](#) et, notamment, l'introduction de la mise en œuvre de mesures de terrain pour valider les zonages modélisés. Il vient compléter les autres GT relatifs à la gestion des déchets en situation post-accidentelle, la gestion des produits manufacturés, la gestion de l'eau et des milieux marins ainsi que les éléments de réponse à apporter aux questions des professionnels de santé vers qui se tourneraient les personnes concernées par un accident.

2 — S'organiser pour agir en situation d'urgence et post-accidentelle

Les plans d'urgence et de secours prévoient l'intervention de multiples acteurs dont les missions respectives doivent être clairement définies ainsi que leurs interactions, de façon à assurer une bonne coordination. L'organisation de chacun des acteurs participant à la réponse de l'État en cas de situation d'urgence radiologique et leurs interactions sont en effet essentielles à une bonne gestion de ce type de situation. Les missions et l'organisation de l'ASN en situation d'urgence sont ainsi précisément définies. La coordination avec les autorités internationales est également essentielle, tant au niveau bilatéral qu'à l'échelle internationale.

2.1 — Les quatre missions essentielles de l'ASN

En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

• Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs

publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

• Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement

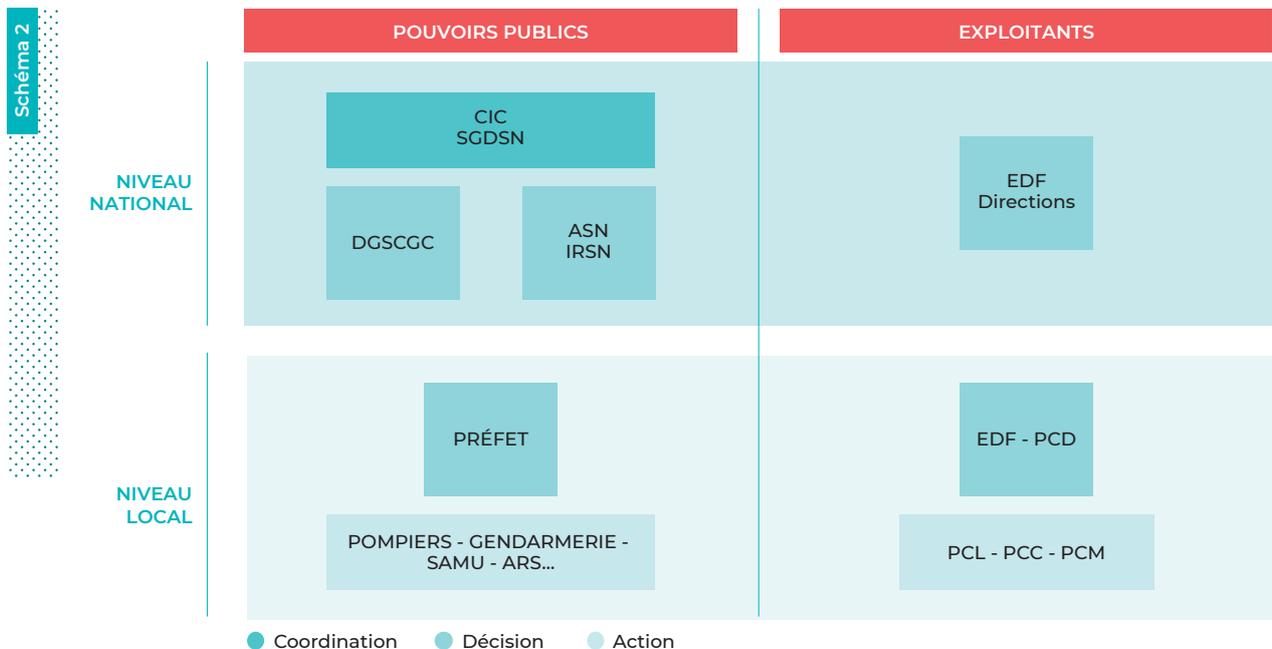
La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

• La diffusion de l'information

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national...);
- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfetures, autorités politiques, directions générales des administrations, Anclli, commissions locales d'information...;
- des organismes de sûreté étrangers.

Organisation de crise en cas d'accident qui affecterait un réacteur nucléaire exploité par EDF



CIC : Cellule interministérielle de crise
 SGDSN : Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale
 DGSCGC : Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises du ministère de l'Intérieur

ARS : Agence régionale de santé
 PCD : Poste de commandement de direction
 PCL : Poste de commandement local
 PCC : Poste de commandement contrôle
 PCM : Poste de commandement moyens

• La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'autorité compétente au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

2.2 — L'organisation de l'ASN

• S'organiser pour les accidents survenant sur les INB

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident nucléaire sur une INB comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- au plan national, un centre d'urgence situé à Montrouge et composé de trois postes de commandement (PC) :
 - un PC stratégique constitué par le collège de l'ASN qui peut être amené à prendre des décisions et imposer à l'exploitant de l'installation concernée des prescriptions en situation d'urgence ;
 - un PC technique (PCT) en relation constante avec son appui technique l'IRSN ainsi qu'avec le collège de l'ASN. Il a vocation à conseiller le préfet, directeur des opérations de secours ;
 - un PC communication (PCC), placé à proximité du PCT. Le président de l'ASN ou son représentant assure la fonction de porte-parole, distincte de celle du chef du PCT.

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des exercices nationaux de crise et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

Le retour d'expérience de l'accident survenu à Fukushima amène par ailleurs l'ASN à envisager d'envoyer, si nécessaire, l'un de ses représentants auprès de l'ambassade de France dans le pays où surviendrait un accident nucléaire.

En 2018, le centre d'urgence national a été créé à 11 reprises, pour deux situations réelles et neuf exercices nationaux, dont un concernant une installation nucléaire de la défense nationale en lien avec l'ASND.

Les situations réelles concernent :

- le 5 février 2018, un incendie qui s'est déclaré en début d'après-midi dans l'usine *Onet Technologies Nuclear Decommissioning* - OTND de Pierrelatte où sont entreposés et traités des déchets faiblement radioactifs. Le POI de cette Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) a été déclenché et l'ASN a créé son centre d'urgence

pour apporter son support à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) et à la préfecture. L'incendie a été rapidement éteint, les fumées sont restées confinées, l'installation possédant des filtres à très haute efficacité. Les mesures réalisées sur les balises automatiques et sur des prélèvements effectués dans l'environnement du site les jours suivants ont permis de vérifier qu'aucun rejet n'avait eu lieu à l'extérieur de l'installation. La division de Lyon a été associée à l'inspection organisée par la DREAL sur le site dans les jours qui ont suivi l'incident ;

- le 17 juillet 2018, à 22 h, un incendie sur un transformateur du réacteur 2 de la centrale de Nogent-sur-Seine, en arrêt pour maintenance, cœur déchargé, a entraîné la perte des alimentations électriques externes. L'unique groupe électrogène disponible a alors assuré l'alimentation électrique des installations, en particulier le refroidissement de la piscine. EDF a mis en place une organisation adaptée et a alerté l'astreinte de l'ASN qui s'est mobilisée, au niveau national et local, pour suivre en temps réel l'événement avec son appui technique l'IRSN. L'incident a pris fin quelques heures plus tard avec le rétablissement d'une alimentation électrique externe.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents ainsi que des agents de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la DGSCGC, du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC), de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnel et d'alerte du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Une évaluation du niveau de gravité de la situation est réalisée par les différents acteurs qui décident si nécessaire d'activer leurs centres de gestion de crise pour gérer la situation.

En 2018, le déploiement d'un [dispositif d'astreinte](#) a permis de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN.

Le schéma 3 présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

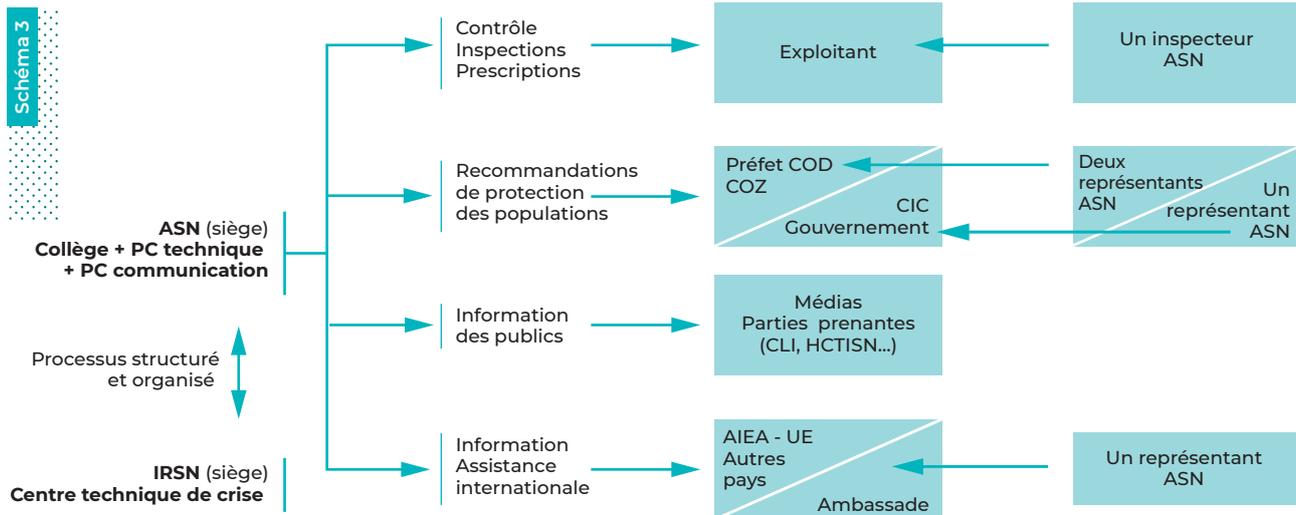
Le tableau 1 montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique

Tableau 1		DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfet (COD, COZ)	/		Préfet (PCO) Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfet (COD)
	ASN (PCT)	IRSN (CTC) Météo-France		IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local		Niveau local	Niveaux national et local

CIC: Cellule interministérielle de crise – COD: Centre opérationnel départemental – COZ: Centre opérationnel zonal – CTC: Centre technique de crise – PCO: Poste de commandement opérationnel – PCT: Poste de commandement technique

Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire



COD : Centre opérationnel départemental – COZ : Centre opérationnel de zone – CIC : Cellule interministérielle de crise – CICNR : Comité interministériel aux crises nucléaires ou radiologiques – CLI : Commission locale d'information – HCTISN : Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire – PC : Poste de commandement

• S'organiser pour toute autre situation d'urgence radiologique

Un numéro vert d'urgence radiologique (0 800 804 135) permet à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Les informations fournies lors de l'appel sont transmises à l'équipe d'astreinte. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge. Dans le cas contraire, seul l'échelon local de l'ASN (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le grément du centre d'urgence, le dispositif a été adapté pour prévoir la mise en place au niveau national d'une cellule d'appui pour soutenir la division concernée. Le format et les missions de cette cellule sont adaptés à chaque situation.

Une fois les pouvoirs publics alertés, l'intervention comporte généralement quatre phases principales: la prise en charge des personnes impliquées, la confirmation du caractère radiologique de l'événement, la mise en sécurité de la zone et la réduction de l'émission, enfin la mise en propreté.

Le préfet ou le maire coordonne les équipes d'intervention et décide des actions de protection en s'appuyant sur les plans qu'il a élaborés (Orsec pour les préfets, plans communaux de sauvegarde pour les maires). Au plan local, les préfets et les maires peuvent notamment s'appuyer sur les cellules mobiles d'intervention radiologique (CMIR) des services d'incendie et de secours.

Dans ces situations, la responsabilité de la décision et de la mise en œuvre des actions de protection appartient:

- au chef de l'établissement exerçant une activité nucléaire (hôpital, laboratoire de recherche...) qui met en œuvre le PUI prévu à l'article L. 1333-6 du code de la santé publique (si les risques présentés par l'installation le justifient) ou au propriétaire du site pour ce qui concerne la sécurité des personnes à l'intérieur du site;
- au maire ou au préfet pour ce qui concerne la sécurité des personnes sur le domaine accessible au public (en particulier dans le cas d'un incident de transport de substances radioactives).

Mise en place de l'astreinte à l'ASN

En janvier 2018, l'ASN a mis en place son dispositif d'astreinte 24h/24 et 7j/7. Ce dispositif vise à renforcer la robustesse de l'organisation de l'ASN lui permettant de faire face aux alertes, événements et crises dans ses domaines de compétence. Il constitue le premier niveau de l'organisation de crise de l'ASN, qui prévoit également l'alerte générale et la mobilisation des agents pour gréer les différents pôles du centre d'urgence et effectuer plusieurs missions au niveau local (appui au préfet, liaison sur site...).

L'équipe d'astreinte de l'ASN est constituée de 15 équipiers répartis entre les services centraux et les divisions qui assurent cette mission pendant sept jours consécutifs.

Dans le cadre de la première année de fonctionnement de ce dispositif, l'ASN a mis en place un comité de suivi qui s'est réuni deux fois en avril et octobre 2018 afin de tirer le bilan de la mise en œuvre du dispositif et formuler des recommandations. Le dispositif déployé donne satisfaction, les axes d'amélioration identifiés portent notamment sur la formation des agents, les fiches « réflexe » et le fonctionnement du matériel dédié.

3 — Exploiter les enseignements

3.1 — S'exercer

L'objectif principal des exercices d'urgence nucléaire et radiologique est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants);
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions;
- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfetures et les services départementaux, l'ASN, l'ASND, l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à trois cents personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

3.1.1 — Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la DGSCGC et l'ASND, a préparé le programme 2018 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives. Ce programme, annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 20 décembre 2017, a pris en compte le retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima et des exercices de crise réalisés en 2017.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs, sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2018.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de cinq ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2018, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des retours d'expérience, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2017.

Ainsi, certains exercices ont été prolongés par une journée consacrée à l'entraînement des équipes d'intervention (pompiers, forces de l'ordre...), visant à optimiser la préparation des préfetures à la mise en œuvre des actions de protection des populations ou des actions post-accidentelles propres au nucléaire.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité – HFDS, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la Défense (ASND);
- les instances internationales (AIEA, Commission européenne, AEN);
- les ministères (Santé, Intérieur...).

En ce qui concerne les installations relevant de la Défense, au cours de l'année 2018, un exercice piloté par l'ASND a été organisé dans le cadre de l'instruction interministérielle des exercices d'urgence nucléaire et radiologique. L'ASN a gréé son centre d'urgence en support de l'ASND conformément à la convention signée entre les deux autorités le 5 juillet 2017.

Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique civils réalisés en 2018

Tableau 2	SITE NUCLÉAIRE	DATE DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
	FBFC, Framatome (Romans-sur-Isère)	1 ^{er} février	Risques chimiques et radiologiques Processus de décision, pression médiatique
	Centrale de Golfech	27 mars	Processus de décision
	Centrale de Saint-Laurent-des-Eaux	11 avril	Processus de décision, pression médiatique
	Atalante et Melox (Marcoule)	5 juin	Conséquences sur 2 INB avec 2 exploitants différents Pression médiatique, processus de décision
	Centrale de Fessenheim	12 juin	Processus de décision, atelier international
	ILL (Grenoble)	2 octobre	Processus de décision, pression médiatique
	Base aérienne (Istres)	6 novembre	Articulation avec ASND Support sur les aspects radioprotection et post-accidentel
	Centrale de Nogent-sur-Seine	20 novembre	Processus de décision, pression médiatique
	Centre CEA Saclay	18 décembre	Processus de décision, pression médiatique

Celle-ci prévoit notamment que :

- au niveau national, l'ASN conseille l'ASND sur les aspects relatifs aux conséquences des rejets sur l'environnement et à la préparation de la gestion post-accidentelle de la crise ;
- au niveau local, un représentant de la division de l'ASN concernée se rend en préfecture pour conseiller le préfet en attendant l'arrivée du représentant de l'ASND.

L'expérience acquise au cours de ces nombreux exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles.

3.2 — Évaluer pour s'améliorer

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le retour d'expérience ;
- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger ;
- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé Criter développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.

Par ailleurs, l'ASN a réuni en 2018 l'ensemble des acteurs pour tirer le bilan des bonnes pratiques afin d'améliorer l'organisation dans son ensemble. À la lumière du retour d'expérience des exercices de crise et des situations de crise réelles, l'ASN a entamé une réflexion sur la possibilité d'adapter le grément de son organisation de crise à la situation rencontrée ainsi que les procédures de partage d'informations. De plus, afin d'améliorer les délais de grément de l'organisation de crise, l'ASN définira des critères de déclenchement de l'alerte générale par l'ASN lorsqu'elle a connaissance d'une situation d'urgence et que l'exploitant du site concerné tarde à déclencher l'alerte.



Hélicoptère embarquant dans les paniers extérieurs latéraux les détecteurs du système mobile de mesure par spectrométrie gamma ULYSSE développé par l'IRSN

4 — Perspectives

Conformément aux missions en situation d'urgence nucléaire que lui confie le code de l'environnement, l'ASN contribue activement aux réflexions actuelles engagées par les pouvoirs publics à la suite de l'accident de Fukushima, visant à améliorer l'organisation nationale en situation d'urgence radiologique.

Dans ce cadre, l'ASN participe aux travaux de déclinaison du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur et appuie notamment le ministère de l'Intérieur et les préfetures. Cette déclinaison territoriale continuera d'être testée en 2019 lors d'exercices, notamment dans des départements qui ne comportent pas d'INB.

À la suite de l'adoption par le Gouvernement, en septembre 2016, du principe d'extension des PPI des centrales nucléaires de 10 à 20 km, de la préparation d'une évacuation immédiate sur 5 km et de la pré-distribution de comprimés d'iode stable jusqu'à 20 km, l'ASN contribuera en 2019 à la poursuite des travaux de mise à jour des PPI par les préfetures et à la nouvelle campagne d'information des populations et de distribution des comprimés d'iode pour les habitants de la zone située entre 10 et 20 km de distance des centrales nucléaires.

En 2019, l'ASN continuera de s'impliquer activement dans la poursuite des travaux de la feuille de route associée au Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, en particulier ceux pilotés par le ministère de l'Intérieur relatifs aux périmètres des PPI des autres INB que les centrales nucléaires. Elle engagera également la révision de la doctrine post-accidentelle au travers des travaux du Codirpa suivant les orientations validées fin 2018.

En 2019, afin de préparer les préfetures à la mise en œuvre des actions de protection des populations ou des actions post-accidentelles, certains exercices seront prolongés, comme en 2018, par une phase centrée sur les objectifs de sécurité civile (en particulier la préparation de l'évacuation immédiate dans le rayon des 5 km autour des centrales) ou des ateliers portant sur la phase post-accidentelle.

Enfin, l'ASN publiera en 2019 un guide relatif aux documents de référence pour la préparation et la gestion des situations d'urgence, dont le PUI, pour faire suite à l'homologation de la [décision n° 2017-DC-0592](#) de l'ASN du 13 juin 2017 relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence.

À ce stade, un premier bilan peut être tiré de la mise en œuvre du dispositif français de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur. Ce dispositif, décrit précédemment, est robuste mais perfectible et plusieurs axes d'amélioration sont identifiés :

- il convient de garder à l'esprit les spécificités d'une crise nucléaire ; celle-ci ne s'arrête pas à la gestion technique de l'événement, au moment où l'état de l'installation est maîtrisé, ni à la sauvegarde des personnes. Les pouvoirs publics devront prendre en compte les enjeux liés aux faibles doses sur une durée longue et les effets psychosociaux. Les travaux conduits par le Codirpa en vue de l'évolution de la doctrine de 2012 contribuent à cette prise en compte à la bonne échelle ;
- on constate que le bon moyen d'associer les populations concernées aux exercices n'a pas encore été trouvé, la priorité étant donnée à la volonté de ne pas perturber l'activité économique et de ne pas faire prendre de risques à la population. Les efforts doivent être poursuivis pour parvenir à une meilleure implication des populations dans les phases de préparation ;
- si l'ASN réalise régulièrement des mises en situation des exploitants totalement inopinées, il est assez rare de jouer des exercices associant de manière inopinée les pouvoirs publics. Un exercice de ce type est planifié en 2019. De son côté, l'ASN réalise depuis cette année des mises en situation inopinées de ses équipes d'astreinte, qui renforcent le professionnalisme des agents ;
- enfin, la gestion d'une crise réelle impliquerait nécessairement la CIC. Cette cellule nationale n'est créée qu'une fois tous les trois ans pour un exercice à thématique nucléaire, le prochain de cette ampleur pourrait avoir lieu en 2019. Il conviendrait de rechercher des moyens permettant de simuler cette CIC afin de rendre plus réaliste le circuit de décisions lors des autres exercices nationaux. Des expérimentations en ce sens seront conduites en 2019 par le ministère de l'Intérieur.



L'information des publics

1 Développer les relations entre l'ASN et le public _____ 172

- 1.1 Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens
 - 1.1.1 Le site Internet *asn.fr*
 - 1.1.2 Les réseaux sociaux
 - 1.1.3 L'exposition ASN-IRSN
 - 1.1.4 Le centre d'information de l'ASN
- 1.2 L'ASN et les professionnels
 - 1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection
 - 1.2.2 Radioprotection : un portail pour déclarer les événements significatifs
 - 1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques et des rencontres régulières
- 1.3 L'ASN et les médias
- 1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels
- 1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication
- 1.6 Les agents de l'ASN et l'information

2 Renforcer le droit à l'information et la participation du public _____ 176

- 2.1 L'information donnée par les exploitants
- 2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base
- 2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions
 - 2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires
 - 2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles
 - 2.3.3 Consultation d'instances particulières
 - 2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics
- 2.4 Les acteurs en matière d'information
 - 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN)
 - 2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)
 - 2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi
 - 2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

L'information des publics

L Autorité de sûreté nucléaire (ASN) place l'information des publics au cœur de son activité. Les lois de 2006 sur la [transparence et la sécurité en matière nucléaire](#)⁽¹⁾ et de 2015 sur la [transition énergétique pour la croissance verte](#)⁽²⁾ ont confié à l'ASN la mission de se prononcer sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN informe donc tout au long de l'année les citoyens, les médias, le public institutionnel et les professionnels de la situation des installations nucléaires de base (INB) et des activités du nucléaire de proximité au regard des exigences de sûreté et de radioprotection. Elle présente l'ensemble de son activité de contrôle et les actions qu'elle engage dans ce cadre, diffuse largement et explique autant que de besoin ses décisions et positions. Elle publie à la suite de chaque inspection une « lettre de suite d'inspection » qui fait état de ses constats et recommandations à l'exploitant : plus de 21 000 lettres de suite sont ainsi consultables en ligne. Elle édite également des notes, guides et rapports destinés aux professionnels et accessibles au public.

L'ASN favorise l'implication de la société civile et attache une grande importance à ce que les citoyens contribuent au maintien de la sûreté nucléaire et à la radioprotection : elle consulte par exemple les parties prenantes et le public sur ses projets de décisions. Pour cela, elle veille à ce que les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient compris du plus grand nombre, produit des documents explicatifs et s'efforce de rendre accessibles les problématiques les plus techniques.

En 2018, pour favoriser l'information du grand public, l'ASN a montré, dans un [film](#), les coulisses d'une inspection réalisée sur cinq jours à la centrale nucléaire de Gravelines. Elle a également publié à destination des publics des commissions locales d'information (CLI), engagées dans la concertation sur la poursuite de fonctionnement des centrales les plus anciennes, une [brochure](#) exposant les enjeux du 4^e réexamen de sûreté.

1 — Développer les relations entre l'ASN et le public

1.1 — Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et développent les bons réflexes de radioprotection en toute circonstance. Elle développe notamment une activité de prévention contre les risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des sources radioactives. À cette fin, l'ASN met au point des dispositifs de communication complets associant des publications sur papier, le site Internet, les réseaux sociaux, les relations presse et les rencontres et échanges avec les parties prenantes.

1.1.1 — Le site Internet [asn.fr](#)

Avec plus de 60 000 visiteurs par mois en moyenne, le site [asn.fr](#) est au cœur du dispositif d'information des publics. Il soumet à la consultation la plupart des projets d'avis et de décisions. Le site Internet est également une source d'informations de référence pour les publics plus avertis : citoyens experts, membres d'associations environnementales et professionnels.

Pour satisfaire aux besoins d'explication d'un large public, les formats des publications sont variés, et répondent aux nouvelles attentes, notamment sur les réseaux sociaux (primat de l'image,

schémas synthétiques, infographies et illustrations). De nouveaux contenus pédagogiques sont régulièrement mis en ligne.

L'ASN prend le soin de traduire la plupart des notes d'information, communiqués et publications et contenus à fort enjeu. Ces publications en langue anglaise soutiennent l'action de l'ASN dans les grandes instances internationales et favorisent une vision concertée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à l'échelle mondiale.

Enfin, l'ASN adresse la [Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire](#), publication bimestrielle à plus de 4 500 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN, y compris à l'international. La lettre d'information de l'ASN est envoyée sur simple inscription sur [asn.fr](#).

Au total, ce sont plus de 4,2 millions de pages du site qui ont été vues en 2018.

Par ailleurs, à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016, l'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes dans le domaine nucléaire. Parmi ces mesures figure un dispositif de signalements facilement accessible : le site [asn.fr](#) s'est doté d'un espace d'accueil des lanceurs d'alerte en particulier, proposant un formulaire sécurisé de recueil de ces signalements.

1. Loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (loi TSN).

2. Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV).

Les campagnes d'information et de distribution de comprimés d'iode

Tous les cinq ans environ, une campagne d'information et de distribution d'iode est menée auprès des populations riveraines des centrales nucléaires, sur toute la zone des PPI^(*). Au-delà de cette distribution de comprimés d'iode stable, il s'agit de développer chez les citoyens la conscience du risque nucléaire et la connaissance des moyens de s'en prémunir.

En 2018 ont eu lieu les travaux préparatoires à la campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode dans les zones situées de 10 à 20 km des installations nucléaires: cette campagne qui doit être lancée mi-2019, tiendra en

effet compte de la récente extension des zones PPI. Elle est complémentaire à la campagne de 2016-2017 qui concernait les riverains de la zone 0-10 km. Conduite par le ministère de l'Intérieur, elle associe les professionnels de santé, les acteurs de l'éducation, les élus, les membres des CLI, l'IRSN, EDF... Forte de son expérience, l'ASN accompagne le ministère de l'Intérieur dans cette démarche.

(*) Plan particulier d'intervention: dispositif local mis en place par le préfet pour gérer les conséquences sur la population d'un accident survenant sur un site présentant des risques.

1.1.2 _ Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux (principalement [Twitter](#), [Facebook](#) et [LinkedIn](#)). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient les principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux sociaux.

Depuis 2011, les médias sociaux sont intégrés au dispositif de communication dans les exercices de crise et participent de la « pression médiatique simulée ». L'enjeu est de prendre en compte l'instantanéité des réactions, l'urgence du besoin d'information et la rapidité de la diffusion d'informations fausses ou tronquées... Dans ces situations d'urgence, simulées ou réelles, l'ASN veille à assurer la cohérence, la rapidité et la clarté de l'information des publics, y compris lorsqu'elle est dispensée par les différents acteurs.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 9 000 abonnés sur Twitter, près de 8 500 sur LinkedIn et près de 3 500 sur Facebook.

1.1.3 _ L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'IRSN ont créé des contenus pédagogiques pour développer les connaissances des lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients... et plus généralement des citoyens sur le nucléaire et la radioprotection.

Ces contenus existent sous plusieurs formes: une [exposition](#) d'environ 80 panneaux, des livrets pédagogiques, et un site Internet de ressources. Ils ont pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement. Pour toute information concernant ces contenus vulgarisés, les livrets et l'exposition, les demandes sont à adresser à info@asn.fr.

En 2018, les contenus de l'exposition ASN-IRSN ont été réorganisés et référencés en ligne pour être rendus accessibles et réutilisables facilement. Un site spécifique sera mis à la disposition du public en 2019.

1.1.4 _ Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne (à l'adresse info@asn.fr), par courrier et téléphone. Chaque année, le centre d'information en ligne répond à plus de 1 500 sollicitations sur des questions diverses (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires...).

1.2 _ L'ASN et les professionnels

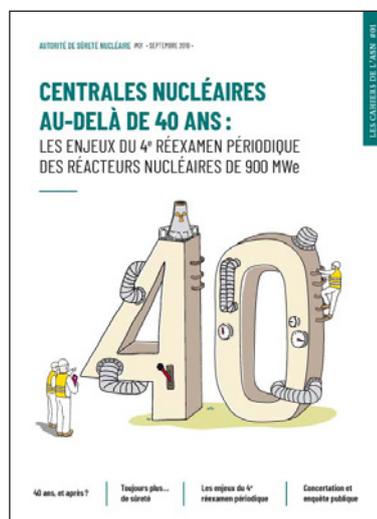
L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels aux responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

1.2.1 _ Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté des INB. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de refonte de la réglementation technique et générale applicable aux INB, en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées au public en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie: l'ASN met à la disposition de tous des guides, fiches pratiques et recueils de référence.

• La revue *Contrôle* et *Les cahiers de l'ASN*

Référence auprès des publics avertis, la revue [Contrôle](#) a été éditée chaque trimestre pendant plus de 20 ans jusqu'en fin 2016 (plus de 200 numéros). Les cent derniers numéros de la revue restent consultables sur asn.fr. Les [Cahiers de l'ASN](#) viennent apporter à un public large des informations



Les Cahiers de l'ASN # 1: centrales nucléaires au-delà de 40 ans

vulgarisées sur les enjeux et les processus décisionnels en cours (ex. : « Centrales nucléaires au-delà de 40 ans : les enjeux du 4^e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe »).

• Des Guides de l'ASN pour une application concrète des décisions

Les *Guides de l'ASN* énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation, partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience des événements significatifs. L'ASN met à jour ou édite de nouveaux guides professionnels chaque année. En 2018, l'ASN a publié le *Guide n°29* sur « La radioprotection dans les activités de transport de substances radioactives », ainsi qu'une fiche rappelant les « règles techniques minimales³⁾ de conception des locaux de travail dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X ».

• Une rubrique pour les professionnels sur *asn.fr*

Les professionnels retrouvent dans une *rubrique spécifique* l'ensemble des textes réglementaires et des formulaires qui concernent leur domaine d'activité, ainsi que les fiches, bilans sectoriels... Pour leurs formalités en ligne, les professionnels sont, le cas échéant, dirigés vers la plate-forme de télé-services.

1.2.2 — Radioprotection : un portail pour déclarer les événements significatifs

La déclaration des événements significatifs est un élément important pour le renforcement de la culture de sûreté et de radioprotection. Depuis mai 2017, toutes les déclarations d'événements significatifs dans le domaine de la radioprotection sont à réaliser sur le portail de *télé-services* de l'ASN : *teleservices.asn.fr*. Cette possibilité de télé-déclarer les incidents, qui était déjà proposée depuis 2015 dans le domaine de la radiothérapie, est désormais ouverte à l'ensemble des applications médicales utilisant des rayonnements ionisants : médecine nucléaire, pratiques interventionnelles et radioguidées, scannographie, radiologie conventionnelle et dentaire.

En 2018, de nouveaux formulaires ont été développés pour faciliter la déclaration de détention et d'utilisation de générateurs de rayons X dans le milieu médical et dans l'industrie. La télé-déclaration d'événements significatifs pour le transport (hors installations nucléaires de base) est désormais également possible.

1.2.3 — Un bulletin et des rencontres régulières pour partager les bonnes pratiques

L'ASN édite le bulletin *La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès*, cosigné par la Société française de radiothérapie oncologique, la Société française de physique médicale, l'Association française du personnel paramédical d'électroradiologie et l'Association française qualité et sécurité en radiothérapie. Adressé aux 180 centres de radiothérapie français, le bulletin valorise la démarche de progrès et de partage d'expérience engagée par les centres de radiothérapie au bénéfice de la sécurité des soins. Un *numéro 12* a été publié en 2018 sur l'analyse des risques de mauvaise identification de repères vertébraux en imagerie.

L'ASN participe très régulièrement aux congrès de l'Association française du personnel paramédical d'électroradiologie, aux Journées françaises de radiologie (JFR) et aux journées de la Société française de radioprotection consacrées aux personnes compétentes en radioprotection (journées PCR). En 2018, l'ASN était présente aux JFR ainsi qu'aux journées des PCR, pour y

présenter les principales dispositions réglementaires de radioprotection applicables en radiologie médicale et dentaire.

L'ASN est également à l'initiative de séminaires professionnels thématiques, nationaux ou régionaux (quatre séminaires professionnels ont été organisés par les divisions de l'ASN en 2018, à Paris, Marseille et Lyon). Ces rendez-vous permettent d'échanger avec les publics spécialisés, de mieux faire connaître la réglementation (fiches réglementaires et guide des dispositions réglementaires), de présenter le bilan des inspections et de partager l'analyse des événements significatifs en radioprotection.

1.3 — L'ASN et les médias

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN se rendent disponibles pour répondre à plus de 600 sollicitations presse, y compris de la part de médias étrangers, et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales. Pour la plupart d'entre elles, les demandes presse concernent les interrogations locales propres à une installation. Certaines portent sur des enjeux plus généraux : la gestion des déchets radioactifs, le démantèlement, les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs, les améliorations de sûreté. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients ou des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son *Rapport sur l'état de la sûreté et de la radioprotection en France*, l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2018, 15 conférences régionales se sont tenues de fin mai à mi-juillet. L'ASN a ainsi pu répondre directement à une centaine de médias, ce qui a permis une large reprise de l'information (plus de 150 articles). Lors de ces rencontres, les divisions territoriales de l'ASN rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées sur les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers...



Interview de P. F. Chevet, président de l'ASN, lors de la présentation du rapport de l'ASN – avril 2018

3. Règles techniques relatives à la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017.

Les sujets au cœur de l'attention des médias

En 2018 ont été traités de façon générale : l'état de sûreté de la centrale nucléaire de Fessenheim, le calendrier de mise en service de l'EPR, le dossier d'options de sûreté de Cigéo. Dans un contexte d'annonce des grandes orientations de la programmation pluriannuelle de l'énergie, le démantèlement, le vieillissement ou la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires ont fait l'objet de nombreux échanges avec les médias français et étrangers. Les journalistes spécialisés sur les questions nucléaires ont sollicité des informations concernant l'état des recherches dans les dossiers Creusot Forge (détection de falsification), et l'état d'avancement des travaux post-Fukushima. Des demandes moins nombreuses ont concerné l'optimisation des doses dans le domaine médical. Le changement de présidence de l'ASN a également été le sujet de nombreux articles.



Présentation devant l'OPECST du Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France - avril 2018

05

1.4 — Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) le présent [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#). Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis chaque année au président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes...

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien, à leur demande, sur des thèmes relatifs à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

En 2018, l'ASN s'est notamment rendue disponible pour les travaux de la commission d'enquête présidée par le député Paul Christophe sur la sûreté et la sécurité des centrales nucléaires, dont le rapport a été présenté par sa rapporteure, la députée Barbara Pompili, en juillet. Dans les territoires, les divisions ont répondu aux sollicitations des conseils départementaux ou des CESER⁴ sur les sujets liés à la sûreté nucléaire et à la radioprotection (vieillissement du parc nucléaire, gestion des déchets radioactifs...).

4. CESER : Conseil économique, social et environnemental régional.

5. Selon l'article L. 592-32 du code de l'environnement.

1.5 — La coopération internationale dans le domaine de la communication

L'ASN s'investit au plan international pour favoriser le retour d'expérience et le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. L'ASN prend ainsi régulièrement part aux groupes de travail sur la communication et l'information des publics pilotés par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), ou aux missions de coopération financées par la Commission européenne (voir chapitre 6). L'ASN reçoit chaque année des délégations étrangères pour échanger sur les meilleures pratiques.

En 2018, l'ASN a pris une part active au séminaire international consacré à la communication de crise organisé par l'AIEA (*International Symposium on Communicating Nuclear or Radiological Emergencies to the Public*) et a accompagné son homologue vietnamienne (*Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety*), sur les problématiques de transparence, de communication grand public et de communication de crise.

1.6 — Les agents de l'ASN et l'information

Pour diffuser une information de qualité, claire et compréhensible, l'ASN propose à ses personnels des formations adaptées à leurs différentes responsabilités, dans les domaines de la communication écrite et orale, et de la gestion de crise.

L'ASN a une mission d'information du public en cas de situation d'urgence⁵. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent des formations spécifiques et participent à des exercices de crise. Chaque année, une dizaine d'exercices de crise comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4).

2 — Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

2.1 — L'information donnée par les exploitants

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont en outre soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code de commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire comme précisé ci-après.

• Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement⁶. La rédaction de ces rapports a fait l'objet de recommandations de l'ASN dans un guide publié en 2010 ([Guide de l'ASN n° 3](#)). Les rapports font souvent l'objet d'une présentation en CLI (voir point 2.3.4).

• L'accès aux informations détenues par les exploitants

Depuis l'entrée en vigueur de la loi TSN, le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif régissant l'accès du public aux informations.

En application du code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les mesures prises pour prévenir ou réduire ces risques.

Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

• La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuerait sur la communicabilité de l'information en cause. L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information.

2.2 — L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

La loi TECV a institué une obligation d'information régulière des riverains d'une INB sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les mesures de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

En 2018 et 2019, la zone riveraine des installations nucléaires, sur laquelle les populations vont pouvoir recevoir une information régulière concernant l'état de sûreté de la centrale, et ainsi que des consignes à suivre afin de se protéger en cas d'urgence, sera étendue d'un rayon de 10 km à un rayon de 20 km. Cet élargissement de la zone dite du « plan particulier d'intervention » (PPI) vise à aligner les pratiques françaises sur les

pratiques européennes en matière de prévention des risques. Les bassins de population concernés par l'information sur les sites nucléaires sont significativement plus importants: l'année 2018 a été celle d'une réflexion collective (ministères de l'Intérieur, de la Santé, de l'Éducation nationale, professionnels de la santé, ASN, CLI, IRSN...) sur les moyens à mettre en œuvre pour réussir le passage à l'échelle.

2.3 — La consultation du public sur les projets de décisions, d'avis et de guides

L'article 7 de la Charte de l'environnement consacre le droit, pour toute personne, de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. Cette disposition est applicable à une part importante des décisions prises par l'ASN ou pour lesquelles elle intervient en formulant des avis (projets de décrets et d'arrêtés pris par le Gouvernement notamment).

En 2018, ce sont 111 projets de décisions, avis et guides qui ont ainsi été soumis à la consultation du public.

2.3.1 — Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'article L. 123-19-1 du code de l'environnement prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de textes réglementaires ayant une incidence sur l'environnement.

L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont considérés comme ayant une incidence sur l'environnement et sont donc soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN.

Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine de nuisances importantes pour le voisinage, ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident.

Consultations, mode d'emploi

La procédure de participation du public consiste en une mise à disposition du projet de décision réglementaire sur le site pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires du public.

La [liste indicative des consultations](#) programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les trois mois sur [asn.fr](#).

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur [asn.fr](#) au plus tard à la date de publication de la décision.

6. Voir article L. 121-15 du code de l'environnement.

Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils n'aient pas de caractère réglementaire.

Au cours de l'année 2018, quatre consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

2.3.2 _ Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles⁽⁷⁾ en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

• La mise à disposition des dossiers par l'exploitant

Avant la mise en place de la procédure générale de consultation, une procédure de mise à disposition du dossier par l'exploitant a été instituée pour tout projet de modification d'une INB ou de ses conditions d'exploitation susceptible de provoquer un accroissement significatif de ses prélèvements d'eau ou de ses rejets dans l'environnement (tout en étant d'une ampleur trop limitée pour relever de la procédure d'enquête publique). Deux dossiers ont été mis à la disposition du public sur asn.fr en 2018.

• L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique⁽⁸⁾. Le dossier mis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable⁽⁹⁾ en ligne pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête publique. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

En 2018, une enquête publique a été menée pour le démantèlement du réacteur Rapsodie à Saint-Paul-lez-Durance.

• La mise à disposition des projets sur asn.fr

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement font l'objet d'une consultation sur Internet. Il s'agit notamment des prescriptions individuelles applicables aux INB, de l'autorisation de mise en service d'une INB et du déclassement d'une INB démantelée, ainsi que des autorisations d'activité relevant du nucléaire de proximité ayant une incidence significative sur l'environnement.

Au cours de l'année 2018, 45 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles concernant les installations nucléaires de base et 60 ont concerné le nucléaire de proximité.

2.3.3 _ Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis du conseil départemental, des conseils municipaux et de la CLI (voir point 2.3.1). Les CLI ont en outre la possibilité d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI et le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques sont consultés sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement.

2.3.4 _ Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

2.4 _ Les acteurs en matière d'information

2.4.1 _ Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN)

Le HCTISN, créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leur impact sur la santé des personnes et sur l'environnement.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible en ligne sur hctisn.fr.

En 2018, le HCTISN a notamment rendu public un rapport sur la "présentation du « Cycle du combustible » français en 2018", ainsi qu'un rapport intermédiaire faisant état de premières réflexions sur la gestion des déchets très faiblement radioactifs (TFA). Il a mis en place, avec le soutien de l'ASN, de l'IRSN, d'EDF et de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), la concertation sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe. En fin d'année, Christine Noiville a été nommée présidente du Haut Comité⁽¹⁰⁾, succédant à Marie-Pierre Comets.

7. Décision individuelle : décision qui s'applique à un exploitant pour une installation donnée.

8. En application des dispositions de l'article L.123-12 du code de l'environnement.

9. Voir : www.asn.fr/Reglementer/La-reglementation/Le-regime-juridique-des-installations-nucleaires-de-base/Les-autorisations-de-creation-et-de-mise-en-service-d-une-installation.

10. Par décret en date du 3 décembre publié au Journal Officiel du 5 décembre 2018.

Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le HCTISN est composé de 40 membres nommés pour six ans par décret, dont :

- deux députés désignés par l'Assemblée nationale et deux sénateurs désignés par le Sénat ;
- six représentants des CLI ;
- six représentants d'associations de protection de l'environnement et d'associations agréées d'usagers du système de santé ;
- six représentants des personnes responsables d'activités nucléaires ;
- six représentants d'organisations syndicales de salariés représentatives ;
- six « personnalités qualifiées » en raison de leur compétence scientifique, technique, économique ou sociale, ou en matière d'information et de communication, dont une désignée par le Gouvernement, trois par l'OPECST, une par l'Académie des sciences et une par l'Académie des sciences morales et politiques ;
- le président de l'ASN, un représentant de l'IRSN et quatre représentants des ministères intéressés ;
- le président du HCTISN est désigné par le Premier ministre parmi les membres du collège des parlementaires, des CLI ou des personnalités qualifiées.

L'actualité du HCTISN se trouve sur son site hctisn.fr.

2.4.2 _ L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

L'IRSN met en œuvre une politique d'information et de communication en cohérence avec le contrat d'objectifs signé avec l'État.

L'Institut rend compte de ses activités dans son rapport annuel communiqué à ses ministres de tutelle, au HCTISN, au Haut Conseil de la santé publique et au conseil d'orientation sur les conditions de travail.

La loi TECV a imposé à l'IRSN de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016, l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN.

Par ailleurs, chaque année, l'IRSN rend publics les résultats de ses programmes de recherche et développement, à l'exclusion de ceux qui relèvent de la Défense nationale.

Dans le cadre d'une saisine de l'ASN et après accord de celle-ci, l'IRSN peut solliciter la participation de publics avertis, de riverains, ou encore du grand public (non averti). L'Institut leur apporte alors une information complète et accessible, et recueille en retour leurs sujets de préoccupation et leurs questionnements, afin de les intégrer au travail d'expertise réalisé au profit de l'ASN.

2.4.3 _ Les commissions locales d'information ou de suivi

Les [commissions locales d'information](#) ont souvent une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour les installations du site nucléaire autour duquel elles ont été constituées¹¹.

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en se rendant présente dans les réunions publiques. En partenariat avec l'Ancli, l'ASN favorise le fonctionnement en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». L'ASN a ainsi édité à l'attention des CLI le premier numéro des *Cahiers de l'ASN* : « Centrales nucléaires au-delà de 40 ans : les enjeux du 4^e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe », très largement diffusé en amont des réunions publiques de concertation sur le 4^e réexamen. À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN a été mise à la disposition des CLI autant de fois que demandé.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections¹². Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis.

Dans le même esprit, l'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertise dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent s'appuyer dans leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN.

• Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV a imposé que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année. L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site Internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient, une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

En 2018, la [conférence des CLI](#), rendez-vous annuel des commissions locales d'information organisé par l'ASN en partenariat avec l'Ancli, a permis de rendre compte des initiatives et des questionnements des CLI. Sujet phare de cette édition, en relation avec l'actualité réglementaire : le passage à l'échelle des missions de suivi et d'information, à l'occasion de l'élargissement des périmètres des plans particuliers d'intervention. L'importance et la prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans les dispositifs de sûreté ont également été rappelées, au travers d'un atelier intitulé « Exploitant, sous-traitant, citoyen : tous acteurs de la sûreté nucléaire ».

11. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB. En cours d'élaboration, un décret relatif aux installations nucléaires de base (INB) et à la transparence en matière nucléaire doit préciser les nouvelles dispositions relatives à la composition des CLI (livre I^{er}, titre II, chapitre V, section 12 : « Commissions locales d'information auprès des installations nucléaires de base »), afin d'inclure des membres issus d'États étrangers si le site est localisé dans un département frontalier ; et d'ajouter une disposition relative à l'organisation au moins une fois par an, par la CLI, d'une réunion publique ouverte à tous.

12. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

En direct des CLI

L'ASN a invité des représentants des trois CLI du Sud-Ouest (Blayais, Civaux, Golfech) à des inspections renforcées « Environnement » des centrales. Un représentant de la CLI de Belleville-sur-Loire a également accompagné l'ASN lors d'une inspection de chantier. Les observateurs ont ensuite pu témoigner devant les membres de la CLI lors de réunions publiques consacrées aux conclusions de ces inspections.

En amont des exercices de crise organisés dans les centrales (notamment Nogent-sur-Seine, Chooz, Saint-Laurent-des-Eaux...), des réunions de CLI ont permis de partager les éléments de préparation (enjeux, scénarios) avec le public.

Thème prégnant de 2018, l'extension de 10 à 20 km des zones des plans particuliers d'intervention a fait l'objet de nombreuses réunions publiques associant les maires des communes concernées (ex. : Belleville-sur-Loire, Blayais, Paluel, Penly...). En question: les Plans communaux de sauvegarde (PCS) et les Documents d'information communaux des risques majeurs (Dicrim) de ces communes. À Nogent-sur-Seine et Chooz, les CLI ont en particulier suivi les travaux de mise à jour des plans particuliers d'intervention (PPI) par les préfectures concernées: elles ont par exemple été associées aux réunions de concertation avec les élus locaux.

En fin d'année, des réunions publiques des CLI de Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux, Cruas-Meysses, du Tricastin et du Bugey ont été consacrées à la concertation nationale sur le 4^e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe.

Des projets de réunions « inter-CLI » ont été relancés en 2018, elles se tiendront pour le Sud-Est, début juin 2019 et pour le Val de Loire, début juillet 2019.

- À Maubeuge s'est tenue la dernière réunion de la CLI de la Somanu. Le site – dont l'activité phare est la maintenance des groupes motopompes primaires des centrales nucléaires – n'ayant plus le statut d'installation nucléaire de base, sera désormais suivi par une commission de suivi de site (CSS).
- À Gravelines: une réunion publique de la CLI a rassemblé environ 150 personnes sur le thème « Vivre auprès d'une centrale: risque et gestion de crise ».
- À Soullaines-Dhuys (centre de stockage de l'Aube), la réunion publique a permis à Santé publique France de présenter une étude sur le suivi des cancers dans les environs du site.
- À Bure, les réunions publiques du comité local d'information et de suivi (CLIS) ont porté sur la réglementation et l'organisation du transport de substances radioactives dans le cadre du projet de raccordement ferroviaire du projet Cigéo.
- À Brennilis et à Golfech: la réunion publique a été consacrée à la question de la gestion des déchets radioactifs.
- À Chinon: la réunion publique de la CLI a porté sur les mesures post-Fukushima.
- Au Blayais: la réunion publique a été l'occasion de dresser un bilan sur l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de la protection de l'environnement à la centrale.
- À Civaux: une assemblée générale ouverte à la presse a porté sur les anomalies de l'acier des générateurs de vapeur et sur les évacuations du combustible.



Le cadre de fonctionnement des commissions locales d'information et des commissions de suivi de site

Les CLI, dont la création incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres: représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement ou des intérêts économiques, d'organisations syndicales de salariés et des professions médicales, ainsi que des personnalités qualifiées. Les représentants des services de l'État, dont l'ASN, et ceux de l'exploitant participent de plein droit avec voix consultative aux travaux de la CLI. La loi TECV a prévu la participation de membres étrangers dans les CLI des départements frontaliers. Les CLI sont présidées par le président du conseil départemental ou par un élu du département qu'il désigne à cet effet. Elles reçoivent les informations nécessaires à leur mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement. À l'exception de l'installation Ionisos à Dagneux (Ain), tous les sites d'installations nucléaires de base sont dotés d'une CLI. Il existe ainsi 35 CLI relevant du code de l'environnement.

Les CLI sont financées par les collectivités territoriales et par l'ASN. L'ASN consacre environ un million d'euros par an au soutien financier des CLI et de leur fédération nationale l'Anclli. Dans le cadre de ses réflexions sur le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'ASN propose régulièrement au Gouvernement la mise en œuvre du dispositif, prévu par la loi du 13 juin 2006, d'abondement du budget des CLI à statut associatif (soit une dizaine) par un prélèvement sur la taxe INB.

Auprès des anciens sites nucléaires, des laboratoires de recherche ou des sites de traitement de déchets, des commissions de suivi des sites (CSS) remplacent progressivement les comités locaux d'information et de suivi (CLIS), en application du décret du 7 février 2012^(*). Cadres d'échange et d'information sur les actions menées par les exploitants des installations visées, elles promeuvent l'information du public. Elles sont notamment tenues informées des incidents et accidents dont les installations sont l'objet – voire des projets de création, d'extension ou de modification des installations.

L'ASN prend régulièrement part aux réunions et aux initiatives d'information ou de consultation du public des Commissions de suivi d'anciens sites miniers ou de sites pollués par des substances radioactives. Il en est ainsi notamment pour les commissions de suivi des anciens sites miniers d'Écarpière (44), Chardon (44), Lignol (56), Malièvre (85), Saint-Priest-la-Prugne (42), Gueugnon (71), ou encore des sites Curie (94) ou du Fort de Vaujours (77). En jeu, le renforcement de prescriptions de surveillance environnementale ou le suivi de chantiers d'assainissement.

Pour les sites nucléaires intéressant la Défense, dont le contrôle relève du délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense, les articles R. 1333-38 et R. 1333-39 du code de la défense prévoient la constitution de commissions d'information similaires aux CLI mais dont les membres sont nommés par l'État et non par le président du conseil départemental. Il en existe une quinzaine. Pour le site de Valduc, outre la commission d'information, une structure de concertation de type associatif ; la Structure d'échange et d'information sur Valduc (Seiva) a été créée en 1996.

(*) *Pris en application de l'article L. 125-2-1 du code de l'environnement.*

2.4.4 _ L'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anclli)

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI, et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération. L'Anclli regroupe les 35 CLI françaises. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires », « Sûreté », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échanges mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN...).

• Partenariat avec l'ASN

L'Anclli a des échanges réguliers avec l'ASN et participe à plusieurs de ses groupes de travail permanents ou occasionnels. L'Anclli favorise la montée en compétence technique des membres de CLI en organisant avec l'IRSN, dans le cadre des travaux d'expertise réalisés pour l'ASN, des séminaires thématiques. L'Anclli, avec l'ASN et l'IRSN, entretient un dialogue technique sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires.

En 2018, l'ASN et l'Anclli ont travaillé à la rédaction de la convention qui les liera pour la période 2019-2022 et assurera ainsi le financement du plan d'action de l'Anclli, au service des CLI.

• L'activité de l'Anclli

L'Anclli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Anclli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'Association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire, et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Anclli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.



Les relations internationales

- 1 Les objectifs de l'ASN en Europe et dans le monde** _____ 184
 - 1.1 La priorité donnée à l'Europe
 - 1.2 La coopération dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection hors Europe
- 2 Les relations au sein de l'Europe** _____ 186
 - 2.1 Le Traité Euratom
 - 2.2 Le Groupe des chefs d'autorités de sûreté européennes
 - 2.3 La directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires
 - 2.4 La directive européenne sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs
 - 2.5 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection
 - 2.6 Les groupes de travail européens du Traité Euratom
 - 2.7 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)
 - 2.8 L'Association des responsables des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest
 - 2.9 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection
 - 2.10 Les programmes d'assistance au titre de l'ICSN
- 3 Les relations multilatérales internationales** _____ 190
 - 3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique
 - 3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire
 - 3.3 Le programme multinational d'évaluation des conceptions des nouveaux réacteurs
 - 3.4 L'Association internationale des responsables d'autorités de sûreté nucléaire
 - 3.5 Le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants
 - 3.6 La Commission internationale de protection radiologique
- 4 Les conventions internationales** _____ 193
 - 4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire
 - 4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs
 - 4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire
 - 4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique
 - 4.5 Autres conventions ayant un lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection
- 5 Les relations bilatérales** _____ 194
 - 5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères
 - 5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral
 - 5.3 Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangers
- 6 Perspectives** _____ 199

Les relations internationales

L Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans les cadres de coopération bilatéraux, européens et multilatéraux qu'elle développe ou auxquels elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux, à faire connaître les positions et doctrines françaises qui peuvent contribuer à cette promotion, et à tirer parti des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection. L'action à l'international doit permettre de conforter son approche sur les questions de sûreté et de radioprotection et l'approche européenne.

Cette démarche de mutualisation, d'harmonisation et d'amélioration des connaissances et des pratiques intègre également la coopération sur les événements nucléaires significatifs et les accidents (Tchernobyl, Fukushima) où la France a joué un rôle moteur en matière de gestion post-accidentelle depuis 2011.

L'ensemble de cette action se fonde sur les dispositions législatives du code de l'environnement. Elles prévoient notamment que, dans le périmètre de ses compétences, l'ASN propose au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales et représente la France dans les instances des organisations internationales et communautaires du domaine.

1 — Les objectifs de l'ASN en Europe et dans le monde

La démarche de mutualisation, d'harmonisation et d'amélioration des connaissances et des pratiques conduit l'ASN à œuvrer dans trois cercles principaux de coopération.

Sur un plan bilatéral, l'ASN coopère tout d'abord avec de nombreux pays dans le cadre d'accords bilatéraux, qui peuvent être des accords gouvernementaux ou des arrangements administratifs. Les relations bilatérales permettent des échanges directs sur les sujets d'actualité et la mise en place d'actions de coopération parfois au profit d'initiatives communes dans un cadre européen ou multilatéral, qui peuvent conduire à l'élaboration de nouveaux référentiels de sûreté ou de radioprotection. Elles sont également essentielles dans la gestion des situations d'urgence.

Sur le plan européen, le contexte réglementaire a évolué depuis 2009 avec l'adoption, la mise à jour et la mise en œuvre de trois directives européennes portant sur les domaines de la sûreté nucléaire (directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires/révisée 2014), de la législation des déchets (directive 2011/70/Euratom du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs) et de la radioprotection (directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom).

Dans la construction de ce cadre juridique relatif à la sûreté nucléaire, la Commission européenne est appuyée par le groupement des chefs d'autorités de sûreté nucléaire (ENSREG, *European Nuclear Safety Regulators Group*), qui rassemble des experts issus de la Commission européenne et des pays membres de l'Union européenne¹.

Les autorités de sûreté ont également constitué des associations fondées sur le volontariat, telles que l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA, *Western European Nuclear Regulators Association*), l'Association des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA, *Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), ainsi que l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine du transport des matières radioactives (EACA, *European Association of Competent Authorities*), qui épaulent techniquement, en lien avec les TSO (*Technical Support Organisations*), les régulateurs et la Commission.

Sur le plan multilatéral, la coopération se déroule dans le cadre de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), agence de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), agence de l'Organisation de Coopération et de développement économiques (OCDE) créée en 1958. Ces deux agences constituent les deux organisations intergouvernementales les plus importantes dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

1.1 — La priorité donnée à l'Europe

L'Europe constitue l'un des axes prioritaires de l'action internationale de l'ASN. L'objectif est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration des connaissances et des pratiques dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la sûreté de la gestion des déchets et du combustible usé, et de la radioprotection.

S'agissant de la sûreté nucléaire et de la sûreté de la gestion des déchets et du combustible usé, l'ASN participe à deux organisations informelles œuvrant notamment en faveur d'une harmonisation européenne : ENSREG et WENRA.

1. Les délégations nationales sont composées pour moitié de chefs d'autorité de sûreté et pour moitié de représentants des ministères de l'Environnement ou de l'Énergie.

Créé en 2008, l'[ENSREG](#) a fait émerger un consensus politique sur les directives européennes en matière de sûreté nucléaire en juin 2009, puis de gestion du combustible usé et des déchets en juillet 2011. Cette institution a également participé au processus d'élaboration de la révision de la directive sur la sûreté nucléaire proposée par la Commission européenne en 2013, dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de Fukushima. Chaque autorité de sûreté a ensuite apporté un éclairage technique à son gouvernement chargé des négociations à Bruxelles jusqu'à sa révision le 8 juillet 2014.

Créée en 1999, [WENRA](#) est une association regroupant les chefs d'autorité de sûreté des pays européens dotés de réacteurs de puissance, d'autres pays étant observateurs. Elle repose sur le partage d'expérience entre autorités de sûreté en vue d'harmoniser des règles de sûreté pour les réacteurs et les installations de gestion des déchets.

Dans le domaine de la radioprotection, [HERCA](#), fondée en 2007, vise à regrouper, à l'instar de WENRA, de manière informelle, les chefs d'autorité de radioprotection. Elle a pour objectif de renforcer la coopération européenne en matière de radioprotection et l'harmonisation des pratiques nationales.

1.2 – La coopération dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection hors Europe

L'ASN multiplie les initiatives afin que les bonnes pratiques et les réglementations de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient partagées au-delà de l'Europe.

Dans le cadre de l'[AIEA](#), l'ASN participe ainsi activement aux travaux de la Commission sur les normes de sûreté (CSS, *Commission on Safety Standards*). Celle-ci élabore des normes internationales pour la sûreté des installations nucléaires, la gestion des déchets, les transports de substances radioactives et la radioprotection. Ces normes, non contraignantes juridiquement, constituent une référence internationale, y compris en Europe où elles sont réexaminées et complétées dans les travaux de WENRA. Elles forment aussi le référentiel documentaire des audits internationaux pilotés par l'AIEA. Parmi ceux-ci figurent notamment les missions d'audit des autorités de sûreté (IRRS, *Integrated Regulatory Review Service* – ARTEMIS, *Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*), ainsi que les missions d'audit des centrales en exploitation (OSART, *Operational Safety Review Team*).

L'ASN contribue également activement au programme [MDEP](#) (*Multinational Design Evaluation Programme*) dont l'objectif est d'échanger et confronter les expériences des autorités de

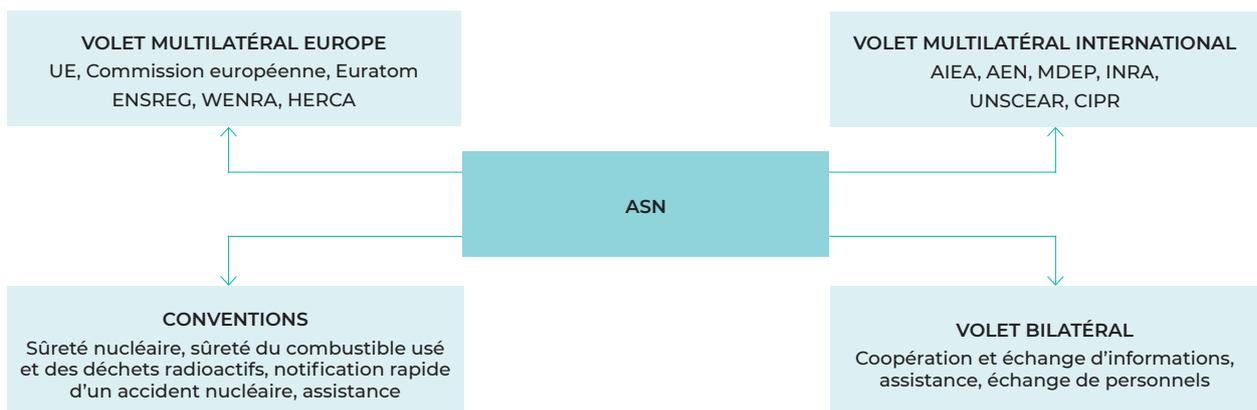
Partager largement le retour d'expérience : adoption d'une recommandation WENRA sur les anomalies de fabrication des composants des réacteurs nucléaires sous l'impulsion de l'ASN

À la lumière des anomalies observées sur le parc français, l'ASN a proposé aux membres de WENRA qu'une recommandation soit préparée: le groupe de travail piloté par l'ASN a permis de converger sur un texte adopté lors de la réunion plénière des 24-26 avril 2018. La recommandation adoptée stipule que les membres de WENRA doivent s'engager à faire effectuer par les exploitants des mesures de concentration en carbone sur les composants forgés de grande taille et d'en analyser les résultats. Par ailleurs, il est rappelé que les exploitants sont responsables de la conservation des données historiques de fabrication. De plus, pour les constructions neuves, il est demandé que les paramètres de fabrication importants pour la sûreté soient identifiés et contrôlés afin de garantir la qualité du composant (zones à risque d'hétérogénéité, traitements thermiques, localisation de coupons témoins). D'une manière générale, l'interaction entre l'exploitant, le concepteur et le fabricant devra être renforcée. Enfin, WENRA soutiendra les travaux engagés dans le cadre de l'AEN sur les évolutions des codes et standards de fabrication pour tenir compte des risques d'hétérogénéité.

sûreté sur l'évaluation des nouveaux réacteurs, dont le réacteur EPR. Lancé en 2006 par l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (NRC, *Nuclear Regulatory Commission*), ce programme regroupe actuellement 16 autorités de sûreté et vise à développer des approches innovantes afin de mutualiser les ressources et les connaissances des autorités de sûreté en charge de l'évaluation réglementaire de nouveaux réacteurs, afin de contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN suit l'avancement des travaux des différentes enceintes internationales comme ceux du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ([UNSCEAR](#), *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) ou ceux

L'action de l'ASN sur la scène internationale



de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). L'ASN considère que ces organismes participent, à travers leurs publications, à une meilleure connaissance des expositions aux rayonnements ionisants, ainsi que des effets

sanitaires. Ces organismes préconisent des recommandations contribuant à améliorer la protection des personnes exposées, qu'il s'agisse de patients dans le secteur médical ou de catégories spécifiques de travailleurs.

2 — Les relations au sein de l'Europe

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

2.1 — Le Traité Euratom

Signé le 25 mars 1957, le [Traité](#) instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue le droit primaire du domaine et a permis le développement harmonisé d'un régime strict de contrôle pour la sûreté et la sécurité nucléaires et la radioprotection. Dans un arrêt du 10 décembre 2002 ([Affaire C-29/99 Commission des Communautés européennes contre le Conseil de l'Union européenne](#)), la Cour de justice de l'Union européenne, considérant que l'on ne pouvait établir de frontière artificielle entre la radioprotection et la sûreté nucléaire, a reconnu le principe de l'existence d'une compétence communautaire dans

le domaine de la sûreté, comme dans celui de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

Indépendamment des accords bilatéraux sur les échanges d'informations en cas d'incident ou d'accident pouvant avoir des conséquences radiologiques, la France s'est engagée à appliquer la [décision Euratom du 14 décembre 1987](#) concernant les modalités communautaires pour l'échange rapide d'informations dans le cas d'une situation d'urgence radiologique. La [directive inter-ministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente.

2.2 — Le Groupe des chefs d'autorités de sûreté européennes

Il soutient la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation européenne. Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), assurent le soutien de l'ENSREG. Un quatrième groupe (WG4) traitant de la coopération internationale a été réintégré au sein du mandat du WG1 et se concentre notamment sur les instruments de coopération pour la sûreté nucléaire (ICSN) portés par la Commission européenne (évaluation et programmation).

L'ENSREG et la Commission européenne sont à l'initiative des stress tests (ou tests de résistance) des centrales nucléaires européennes organisés en 2012 à la suite de l'accident de Fukushima.

De nouvelles modalités de suivi des recommandations des stress tests ont été proposées en 2017, et présentées en réunion ENSREG du WG1.

En outre, l'ENSREG a organisé la première revue par les pairs relative à la maîtrise du vieillissement des réacteurs de puissance et des réacteurs de recherche d'une puissance égale ou supérieure à 1 MWth. Dans ce cadre, chacun des 19 pays participant à cette revue a rédigé un rapport national consacré à l'évaluation de la maîtrise du vieillissement des réacteurs concernés qui a été mis en ligne sur le site de l'[ENSREG](#). Après une période d'examen

L'ASN a présidé l'ENSREG de novembre 2015 à octobre 2018

Au cours de sa présidence, l'ASN a encadré les travaux portant sur la mise en œuvre des actions résultant notamment de la directive sûreté révisée en 2014, en permettant de mener à bien le suivi des plans d'action des États membres, consécutivement aux stress tests post-Fukushima, en lançant et menant à bien, avec l'aide de WENRA, la première revue par les pairs portant sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs de puissance et de recherche (≥ 1 MWth), en organisant la tenue des stress tests hors de l'UE, notamment en Arménie et en Biélorussie, ou en s'assurant de la planification par les États membres des revues ARTEMIS portant sur la gestion des déchets.

La centrale biélorusse d'Ostrovets à l'épreuve des stress tests européens

À la demande de la Biélorussie, la centrale d'Ostrovets, installation de troisième génération en construction, a été soumise aux stress tests européens en 2017. L'équipe de revue était composée de 17 experts européens (dont un représentant de l'ASN) et pilotée par Mark Foy, *Chief Inspector* de l'ONR (*Office for Nuclear Regulation*): elle a examiné, au regard des standards de sûreté les plus récents, la robustesse de l'installation à des événements extrêmes et sa capacité à gérer un accident grave. Parmi les bonnes pratiques relevées par les experts, outre la conception de l'installation disposant de systèmes passifs, figurent l'existence d'un simulateur à l'échelle 1 pour la formation des équipes et la présence sur site en continu d'une brigade de plus de 100 personnes. Au titre des recommandations,

des études complémentaires sont nécessaires pour s'assurer des marges sismiques de l'installation.

Le *board*, présidé par Marta Ziakova (autorité de sûreté slovaque) assistée par la vice-présidente Sylvie Cadet-Mercier, Commissaire de l'ASN, a présenté le rapport de l'équipe de revue en juin 2018 à l'autorité de sûreté biélorusse. Ce rapport a ensuite été approuvé par l'ENSREG le 2 juillet 2018, présenté au public le jour suivant et mis en ligne sur le site [ensreg.eu](#).

Ses recommandations donneront lieu à un plan d'action national dont la mise en œuvre fera l'objet d'une mission de suivi en 2020.

croisé de ces rapports par des experts nommés par les États membres, et un jeu de questions-réponses, la revue thématique par les pairs s'est tenue du 14 au 18 mai 2018 au Luxembourg : cette revue regroupant 140 participants avait pour objectif d'établir un état des lieux et de préconiser des mesures en matière de maîtrise du vieillissement. Les rapports présentant les résultats de cette revue, un rapport sur les résultats génériques de cette revue et un rapport sur les résultats spécifiques par pays, ont été adoptés en séance plénière d'ENSREG le 4 octobre dernier, puis ont été présentés lors d'un événement public le 22 novembre à Bruxelles. Chaque participant devra, sur cette base, réaliser un plan d'action national qui sera remis en septembre 2019, et qui fera l'objet d'un suivi par l'ENSREG.

2.3 — La directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires

La [directive 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009 vise à établir un cadre communautaire permettant d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et à encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Elle prévoit des pouvoirs et une autonomie accrues pour les autorités nationales de sûreté, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour toute l'Union (issu des référentiels de sûreté utilisés par WENRA) et établit un système européen d'examen par les pairs sur des thématiques de sûreté). Elle instaure également des réévaluations périodiques nationales de la sûreté ainsi que des dispositions en matière de préparation aux interventions en situation d'urgence. Elle renforce, en outre, les exigences de transparence et les dispositions concernant l'éducation et la formation.

L'ASN s'est attachée, lors des négociations, à faire prévaloir la position de la France en faveur de ces dispositions, qui renforcent notablement le cadre communautaire de contrôle de la sûreté des installations nucléaires. En revanche, la législation européenne n'inscrit pas encore juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté.

Cette directive a été transposée très largement dans la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte ([loi TECV](#)) et l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. La France a d'ailleurs notifié, avec l'aide de l'ASN, la transposition complète de la directive 2014 en août 2017, conformément aux délais fixés par la Commission. L'ASN s'attache, dans le droit fil de cette transposition, à soutenir les actions visant à définir les objectifs techniques de sûreté recherchés.

2.4 — La directive européenne sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'Union européenne a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ([directive 2011/70/Euratom](#)). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'Union européenne, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, depuis leur production jusqu'au stockage à long terme. Elle rappelle la responsabilité première des producteurs, et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre,

Les travaux européens sur la transposition et la mise en œuvre de la directive sur les normes de base en matière de radioprotection (directive BSS)

Le champ couvert par la directive BSS est large : ses exigences s'appliquent à la justification, l'optimisation, la limitation des doses, le contrôle réglementaire, la préparation et la réponse aux situations d'urgence, la formation et d'autres domaines connexes (par exemple, le radon, les NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*) et les matériaux de construction). L'association HERCA a émis de nombreuses positions ou *common understanding* relatives à ces exigences (consultables sur [herca.org](#)) afin d'aider les États membres dans la transposition de cette directive. Malgré le socle commun constitué par cette directive et des efforts certains de coordination en amont, les travaux de transposition n'ont pas abouti à une harmonisation totale des exigences nationales. HERCA va désormais orienter ses travaux sur la mise en œuvre de cette directive, dont certains sujets, tels que la justification, l'approche graduée du contrôle ou bien la préparation et la réponse aux situations d'urgence se révèlent techniquement complexes. Les États membres auront ainsi la possibilité de partager leurs expériences et de faciliter la compatibilité des approches nationales retenues.

d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets ;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, que devra mettre en œuvre chaque État membre. Elle prescrit notamment que chaque État membre se dote d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive contient également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluations et d'examen réguliers par les pairs. Ces aspects constituent des avancées majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'Union européenne. La loi TECV et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition des dispositions de la directive.

2.5 — La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

La [directive 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 met à jour les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants (directive BSS, voir encadré page 187). Les États membres devaient transposer les dispositions de cette directive avant le 6 février 2018 (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

2.6 — Les groupes de travail européens du Traité Euratom

Des experts de l'ASN participent également aux travaux des comités et groupes de travail du Traité Euratom :

- groupe d'experts de l'article 31 (normes de base en radioprotection);
- groupe d'experts de l'article 35 (vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 36 (renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement);
- groupe d'experts de l'article 37 (notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs).

2.7 — Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE, *European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide, mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'Union européenne en cas d'urgence radioactive ou d'accident nucléaire majeur.

Ce système a été mis en place en 1987 par une [décision du Conseil de l'Union européenne du 14 décembre 1987](#) à la suite notamment de l'accident survenu à Tchernobyl en 1986. Cette décision est entrée en vigueur le 21 mars 1988 et a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'Union européenne ainsi que par certains pays tiers, tels que la Suisse et les pays candidats à l'adhésion comme la Turquie.

2.8 — L'Association des responsables des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest

WENRA poursuit le développement d'une approche commune pour ce qui concerne la sûreté nucléaire et sa réglementation, en particulier au sein de l'Union européenne. WENRA a créé deux groupes de travail qui ont pour mission d'harmoniser les approches de sûreté dans les domaines :

- des réacteurs électronucléaires (Groupe de travail d'harmonisation sur les réacteurs ou RHWG, *Reactor Harmonisation Working Group*);
- des déchets radioactifs, du stockage du combustible usé et du démantèlement (Groupe de travail sur les déchets et le démantèlement ou WGWD, *Working Group Radioactive Waste and Decommissioning*).

Dans chacun de ces domaines, les groupes ont défini, par thème technique, des niveaux de référence reposant sur les normes les plus récentes de l'AIEA et sur les approches les plus exigeantes adoptées dans l'Union européenne.

En 2018, WENRA s'est réunie à deux reprises en réunion plénière, en avril à Gand et en novembre à Schaffhouse (Suisse).



Réunion WENRA – 25-26 avril 2018 – Gand (Belgique)

De ces réunions sont ressorties les contributions importantes suivantes :

- l'adoption d'une recommandation sur les ségrégations carbone pour les gros équipements;
- la poursuite des travaux sur les améliorations de sûreté;
- l'adoption d'un rapport sur les interfaces sûreté-sécurité, dont les conclusions doivent être reprises dans les niveaux de référence;
- le développement de niveaux de référence pour les réacteurs de recherche;
- le lancement de travaux sur la stratégie WENRA pour les années futures, compte tenu des perspectives du paysage mondial en matière de nucléaire civil.

2.9 — L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection

L'Association des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA) a été créée en 2007 à l'initiative de l'ASN afin d'organiser une concertation étroite entre les responsables d'autorités européennes compétentes en radioprotection. Elle regroupe désormais 56 autorités dont 32 proviennent de pays européens.

La 22^e réunion du Board d'HERCA à Paris

Les 30 et 31 octobre 2018, le Board d'HERCA s'est réuni à Montrouge dans les locaux de l'ASN. Cette réunion a rassemblé 45 personnes provenant de 25 pays européens, ainsi que la Commission européenne, observateur de ces réunions. Cumulant plus de dix années d'activité, HERCA a décidé de travailler sur les bénéfices tirés par ses pays membres ainsi que sur de nouvelles activités et méthodes de travail dont les premiers résultats ont été présentés à Montrouge. En outre, cet exercice a également permis d'identifier des défis auxquels est confrontée HERCA tels que l'engagement sur la durée des dirigeants et des experts des autorités membres, et la définition de programmes de travail ambitieux impliquant l'ensemble de ses membres.



21^e réunion HERCA – 17-18 mai 2018 - Prague (République tchèque)

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :

- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche ;
- les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence ;
- les applications vétérinaires ;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle ;
- l'éducation et la formation.

L'ASN assure le secrétariat technique de cette association depuis sa création et participe à tous les groupes de travail. En outre, depuis 2018, l'ASN préside le groupe de travail sur les applications médicales.

En 2017, HERCA a clos son plan d'action qui prévoyait la publication de plusieurs positions portant sur la transposition et la mise en œuvre des exigences de la directive BSS. Ces positions ont été publiées sur le site d'HERCA (herca.org).

Dans le domaine de la préparation et de la réponse aux situations d'urgence, HERCA assure le suivi de la mise en œuvre de l'approche HERCA-WENRA par les pays membres. Pour rappel, approuvée en 2014, cette approche vise à coordonner les actions de protection des populations sur celles décidées par le pays « accidenté » dans le but d'avoir une réponse cohérente dans les pays affectés par l'accident. HERCA poursuit ses travaux visant à faciliter la mise en œuvre effective de cette approche.

Le *Board* d'HERCA s'est réuni à deux reprises en 2018. Ces deux réunions ont permis de faire un point sur les activités en cours et à venir des groupes de travail et d'approuver la publication de documents, comme par exemple la fiche d'information pour la protection des travailleurs lors d'actes d'imagerie en extérieur dans le domaine vétérinaire ou bien des fiches pays détaillant les structures nationales mises en œuvre pour répondre à une situation d'urgence. En outre, le *Board* d'HERCA a également pris position à la lumière de l'incident relatif à un relâchement de ruthénium à l'automne 2017 et a demandé aux membres d'HERCA, lorsque des rejets anormaux sont détectés, de partager rapidement les résultats des mesures réalisées sur leur territoire *via* les outils USIE (voir point 4.3) ou ECURIE.

2.10 — Les programmes d'assistance au titre de l'ICSN

En 1991, la Commission européenne a lancé le volet « sûreté nucléaire » du programme TACIS²⁾ pour répondre aux préoccupations soulevées par l'accident de Tchernobyl. De 1991 à

L'ASN remporte un appel d'offres de la Commission européenne

L'ASN, en consortium avec l'IRSN et le GRS, principaux partenaires, a remporté en 2018 l'appel d'offres de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN), piloté par la Commission européenne, portant sur l'assistance au régulateur turc. Ce programme d'une durée de trois ans comprend quatre tâches, qui concernent le pilotage du projet (leader ASN), des tâches techniques dédiées relatives au renforcement des capacités du régulateur turc (NDK) en matière d'évaluations de sûreté, des capacités d'inspection en matière de fabrication et de construction (leader ASN) et des améliorations des systèmes de management du régulateur.

2006, plus de 1,3 milliard d'euros a été engagé dans des projets de sûreté nucléaire. Depuis 2007, les actions de l'Union européenne sur le plan de l'assistance et de la coopération en matière de sûreté nucléaire se sont poursuivies au titre de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN).

Trois axes prioritaires d'assistance aux pays d'Europe de l'Est avaient été définis au titre de ces programmes, dans le domaine de la sûreté nucléaire :

- contribuer à améliorer la sûreté en exploitation des réacteurs existants ;
- soutenir financièrement les actions d'amélioration qui peuvent être apportées à court terme aux réacteurs les moins sûrs ;
- améliorer l'organisation du contrôle de la sûreté, en distinguant les responsabilités des différents intervenants et en renforçant le rôle et les compétences des autorités de sûreté nucléaire nationales.

Le [règlement 237/2014/Euratom](#) du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2013 a révisé l'instrument de coopération en matière de sûreté nucléaire pour la période du 1^{er} janvier 2014 au 31 décembre 2020 avec une enveloppe de 225,3 millions d'euros du fait des restrictions budgétaires au niveau européen.

De plus, le [règlement 236/2014/UE](#) du Parlement européen et du Conseil du 11 mars 2014 énonce des règles et des modalités communes pour la mise en œuvre des instruments de l'Union pour le financement de l'action extérieure. Parmi les objectifs du nouvel ICSN, on notera la volonté de :

- soutenir la promotion et la mise en œuvre des normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans les installations nucléaires et pour les pratiques en radiologie des pays tiers ;
- soutenir l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies responsables concernant le stockage ultime du combustible usé, la gestion des déchets, le déclassement des installations et l'assainissement d'anciens sites nucléaires.

Ces instruments sont complétés par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le [G8](#) ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'États donateurs et de l'Union européenne.

L'assistance apportée concrètement par l'ASN à travers l'ICSN a essentiellement pris la forme d'une aide aux autorités de sûreté nucléaire. L'ASN a ainsi participé en 2018 à des projets d'assistance réglementaire au profit des autorités de sûreté en Chine (deuxième phase), au Vietnam et en Turquie.

2. TACIS: Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States (*programme d'aide de l'Union européenne aux pays de l'ex-URSS*).

3 — Les relations multilatérales internationales

3.1 — L'Agence internationale de l'énergie atomique

L'**AIEA** est une organisation des Nations unies basée à Vienne. Elle regroupe 170 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur toutes les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications de la radioactivité et en particulier de l'énergie nucléaire, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 et visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de Fukushima, l'AIEA concentre ses travaux sur les domaines suivants :

- **la révision et la consolidation des normes de sûreté** (*Safety Standards*) décrivant les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale. Cette activité est supervisée par la Commission sur les normes de sûreté de l'AIEA (CSS, *Commission on Safety Standards*), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté, nommés pour quatre ans, et est présidée depuis le début de 2012 par la directrice générale de l'Autorité de sûreté nucléaire de la République tchèque, Mme Dana Drabova.

La représentante française siégeant dans cette Commission est la directrice générale adjointe de l'ASN. La CSS coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : NUSCC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des installations, RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, TRANSSC (*Transport Safety Standards Committee*) pour la sûreté des transports de matières radioactives, WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et EPRESC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en cas de situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents. Les mandats des représentants nationaux à ces différents comités ont été renouvelés en 2018 pour une période de trois ans. En 2018 se sont déroulées les 43^e et 44^e réunions de la CSS. Un comité dédié à la sécurité NSGC (*Nuclear Security Guidance Committee*) a été mis en place ainsi qu'une interface destinée à améliorer l'analyse de l'interaction entre sûreté et sécurité. À plus long terme, une extension du champ de la CSS vers les sujets relatifs à la sécurité ayant un domaine de recouvrement avec la sûreté est envisagée afin de permettre une plus grande synergie entre ces domaines ;

- **les missions de revues par les pairs** demandées par les États membres à l'AIEA et le renforcement de leur efficacité.

La mission ARTEMIS de l'AIEA

Du 15 au 24 janvier 2018, une délégation composée de dix experts internationaux a examiné, sous l'égide de l'AIEA, l'organisation de la France pour la gestion des déchets radioactifs. Les experts ont rencontré les équipes de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGECL), de l'ASN, de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), de l'IRSN, de l'Andra et des producteurs de déchets radioactifs.

Cette évaluation internationale par les pairs a été réalisée dans le cadre d'une mission ARTEMIS (*Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*), organisée par le service de l'AIEA chargé des thématiques de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, du démantèlement et de l'assainissement, permettant ainsi d'apporter un regard d'experts étrangers sur le dispositif français à l'aune des meilleures pratiques.

Cette revue a porté sur les sujets suivants :

- le cadre législatif, réglementaire et organisationnel pour la gestion des déchets radioactifs ;
- le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), qui vise à mettre en œuvre la politique en matière de gestion des déchets radioactifs, ainsi que son élaboration au sein d'un groupe de travail pluraliste, comprenant notamment des associations de protection de l'environnement, des représentants d'élus et des autorités d'évaluation et de contrôle, aux côtés des producteurs de déchets et de l'Andra ;
- l'inventaire national des déchets radioactifs et les estimations relatives aux quantités futures de ces déchets ;

- les exigences de sûreté des installations destinées à gérer des déchets radioactifs, ainsi que les dispositions en matière d'information et de participation du public avant leur autorisation, notamment pour le projet de stockage profond [Cigéo](#) ;
- les mécanismes de financement relatifs à la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- les dispositions prises pour assurer et maintenir un haut niveau de compétence et d'expertise des différents organismes impliqués dans la gestion des déchets radioactifs.

Les conclusions de l'équipe d'auditeurs, pilotée par Peter De Preter (Belgique), ont souligné que la France a établi un cadre de gestion des déchets radioactifs qui couvre l'ensemble des enjeux et présente de nombreux points de force, notamment en termes de compétences et de dynamique de progrès continu. Les suggestions d'amélioration proposées par les auditeurs seront prises en compte pour l'élaboration du prochain plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. Ce plan fera l'objet d'une concertation approfondie avec les parties prenantes et le public.

Ces revues par les pairs permettent d'améliorer le système français de gestion des déchets radioactifs grâce au partage des expériences. Elles favorisent également l'établissement, au niveau international, de règles communes ambitieuses en matière de gestion des déchets radioactifs, de protection des personnes et de l'environnement.

Dans le même esprit, les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) et OSART (*Operational Safety Review Team*) sont conduites en s'appuyant sur les normes de sûreté de l'AIEA comme référentiel.

• Les missions IRRS

Les missions IRRS sont consacrées à l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité corrélatrice d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et souhaite que leurs résultats aient un large écho. On notera que les pays membres de l'Union européenne sont déjà soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des revues par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

En 2018, l'ASN a participé à plusieurs missions IRRS, respectivement au Luxembourg, en Espagne, en Belgique et en Australie.

• Les missions OSART

Les missions OSART sont réalisées par une équipe d'experts provenant d'exploitants de pays tiers qui, pendant deux à trois semaines, examinent l'organisation de la sûreté des centrales nucléaires en exploitation. La prise en compte effective des recommandations et des suggestions émises par l'équipe d'experts est vérifiée lors d'une mission de suivi organisée 18 mois après la visite des experts.

En raison du report de la date de démarrage du réacteur EPR de Flamanville, la mission OSART, qui devait être réalisée en 2018 avant la mise en service du réacteur, a été repoussée en 2019.

• Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont généralement des pays de culture francophone. Ainsi, en 2018, des représentants de l'ASN se sont rendus au Burkina Faso, au Maroc et en Haïti.

Par ailleurs toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le RCF (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédant dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter tout en veillant à ce que les objectifs fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté...) soient respectés. En 2018, outre l'examen attentif de la situation des autorités de sûreté de Biélorussie, de Jordanie, de Pologne et du Vietnam, le RCF a renforcé sa coopération avec l'Union européenne (ICSN) et avec des forums « régionaux » tels que ANNuR (*Arab Network of Nuclear Regulators – pays arabes*), FNRBA (*Forum of Nuclear Regulatory Bodies in Africa – Afrique*) et ANSN (*Asian Nuclear Safety Network – Asie*). Enfin, le RCF a examiné la demande du Bangladesh de recevoir une assistance active.

• L'harmonisation des outils de communication

L'ASN est fortement impliquée dans les travaux actuels de révision du manuel de l'échelle INES (*International Nuclear and Radiological Event Scale*), dont la dernière mise à jour date d'une dizaine d'années. L'AIEA prévoit de publier cette révision en 2019.

Elle participe aussi au comité consultatif INES, instance composée d'experts dans l'évaluation du caractère significatif des événements en radioprotection et sûreté nucléaire, chargé de conseiller l'AIEA et les représentants nationaux INES de pays membres sur l'utilisation de l'échelle INES et ses évolutions.

Concernant le classement des événements de radioprotection impliquant des patients, qui ne sera pas inclus dans la révision du manuel, l'ASN a décidé d'appliquer la méthodologie développée à l'AIEA. Celle-ci est en cours d'évaluation, avec les professionnels de santé, afin de s'assurer de son caractère pleinement applicable.

De manière générale, l'ASN s'investit fortement dans les différentes actions menées par l'AIEA en apportant un soutien significatif à certaines initiatives, notamment celles qui ont été développées après l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi.

• La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de situation d'urgence radiologique.

À ce sujet, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA prépare et organise régulièrement pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés « exercices au titre des conventions » ou « exercices ConvEx ». Ces exercices, qui sont notamment conçus pour permettre à tous les participants – des États membres comme de l'AIEA – d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3 visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2018, l'ASN a participé à un exercice de type ConvEx-2.

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance, le réseau RANET (*Response Assistance Network*).

Par ailleurs, en complément des quatre comités historiques pour l'élaboration de ses normes de sûreté, l'AIEA a créé en 2015 un comité baptisé EPReSC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*), relatif aux situations d'urgence. Les normes dans ce domaine étaient jusqu'alors suivies par les autres comités existants. Le document le plus élevé dans la hiérarchie des normes dans ce domaine est le [General Safety Requirements No. GSR Part 7](#) publié en novembre 2015. L'ASN a représenté la France lors des deux réunions de ce comité qui se sont tenues en 2018. De plus, en 2018, l'ASN a organisé une réunion avec tous les acteurs nationaux de la gestion de crise en France pour présenter le concept de stratégie de protection en situation d'urgence développé par l'AIEA.

3.2 — L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire

Créée en 1958, l'[Agence pour l'énergie nucléaire \(AEN\)](#) regroupe dorénavant, avec l'intégration de l'Argentine et de la Roumanie en 2017, trente-trois pays membres d'Europe, d'Amérique du Nord et de la région Asie-Pacifique. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique (CRPPH), au Comité de gestion des déchets radioactifs (RWMC), au nouveau Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques (CDLM) ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI).

Les différents comités de l'AEN pilotent des groupes de travail réunissant des experts. Au sein du CNRA, l'ASN contribue aux groupes de travail portant sur les pratiques en matière d'inspection, d'expérience acquise au cours de l'exploitation, de réglementation des nouveaux réacteurs et de communication publique des autorités de sûreté.

Des informations complémentaires sur les activités de l'AEN/CNRA sont disponibles sur le site oecd-nea.org.

3.3 — Le programme multinational d'évaluation des conceptions des nouveaux réacteurs

Créé en 2006, le [MDEP](#) est une initiative de coopération internationale visant à élaborer des approches communes afin de tirer parti des ressources et des connaissances des autorités de sûreté nationales en charge de l'évaluation réglementaire de nouvelles conceptions de réacteurs. Ce programme a comme objectif majeur de contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre.

À la demande des autorités de sûreté membres du MDEP, l'AEN assure le secrétariat technique de ce programme. Un agent de l'ASN est détaché auprès de l'AEN pour contribuer à cette tâche.

• Les membres du programme

Avec l'intégration de l'Argentine en 2017, le MDEP regroupe actuellement seize autorités de sûreté nationales : AERB (Inde), ARN (Argentine), ASN (France), CCSN (Canada), FANR (Émirats arabes unis), HAEA (Hongrie), NNR (Afrique du Sud), NNSA (Chine), NRA (Japon), NRC (États-Unis), NSSC (Corée du Sud), ONR (Royaume-Uni), RTN (Fédération de Russie), SSM (Suède), STÜK (Finlande), TAEK (Turquie).

• L'organisation

Définies par un comité stratégique, les grandes orientations des travaux menés au sein du MDEP sont mises en œuvre par un comité de direction technique présidé depuis juin 2015 par un directeur général adjoint de l'ASN. Les travaux sont réalisés au sein de groupes de travail dédiés aux principales conceptions de réacteurs nucléaires actuellement en construction dans le monde : l'EPR de Framatome, l'AP-1000 de l'américain Westinghouse, l'APR-1400 du coréen Kepco, le VVER russe et le HPR-1000 (Hualong) chinois. Un groupe concernant les réacteurs avancés à eau bouillante a été créé en 2018, après la dissolution du groupe de travail ABWR, dans le comité de l'AEN sur les activités de réglementation nucléaire (CNRA). Initialement, plusieurs groupes de travail du MDEP concernaient également des problématiques transverses aux différentes conceptions. La plupart de ces groupes ont été transférés ces dernières années

au sein du CNRA. Le dernier transfert de ce type a concerné le groupe de travail sur les codes mécaniques et les normes. Actuellement, le seul groupe de travail transverse du MDEP porte sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires (VICWG, *Vendor Inspection Cooperation Working Group*).

Chacun des groupes dédiés à une conception réunit les autorités de sûreté des pays réalisant ou envisageant la construction de réacteurs de ce type. Le groupe EPR auquel participe l'ASN réunit en outre les autorités du Royaume-Uni, de la Finlande, de la Chine, de l'Inde et de la Suède.

• Les activités en 2018

Au sein du groupe EPR, des échanges techniques ont porté sur les écarts constatés sur les soudures des circuits secondaires principaux du réacteur Flamanville 3 en construction. Par ailleurs, les travaux concernant la mise en commun d'essais réalisés avant la mise en exploitation du réacteur Taishan 1 se sont poursuivis.

Un atelier portant sur la gestion de la chaîne des fournisseurs dans le domaine nucléaire a été organisé en commun avec l'AEN en novembre 2018. L'événement a regroupé une centaine de participants, provenant pour moitié de l'industrie nucléaire (exploitants, fournisseurs) et pour moitié d'autorités de sûreté et d'organismes certificateurs et de contrôle.

3.4 — L'Association internationale des responsables d'autorités de sûreté nucléaire

L'association INRA (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet une concertation régulière et informelle sur les actualités de ces différents pays et sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle (la France en 2015, l'Espagne en 2016, les États-Unis en 2017, la Corée du Sud en 2018). En 2018, outre des échanges sur l'état de la sûreté nucléaire, les travaux de cette association ont notamment permis d'effectuer un suivi du processus de révision du manuel de l'échelle INES, en lien avec les services de l'AIEA.

3.5 — Le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

Créé en 1955, le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) procède à la synthèse de l'ensemble des données scientifiques sur les sources de rayonnements et les risques de ces rayonnements sur l'environnement et la santé. Cette activité est supervisée par la réunion annuelle des représentations nationales des États membres, composée d'experts internationaux.

3.6 — La Commission internationale de protection radiologique

Créée en 1928, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) est une organisation non gouvernementale dont l'objectif est d'apprécier l'état des connaissances sur les effets des rayonnements afin de s'assurer que celles-ci ne remettent pas en cause les règles de protection actuelles. La CIPR se fonde sur les résultats des recherches effectuées dans le monde et examine les travaux d'autres organisations internationales, notamment ceux de l'UNSCEAR. Elle émet des recommandations générales sur les règles de protection à adopter ainsi que sur les niveaux d'exposition à respecter.

4 — Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national pour les deux conventions qui ont trait, d'une part, à la sûreté nucléaire (Convention sur la sûreté nucléaire), d'autre part, au combustible usé et aux déchets (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion opérationnelle des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

4.1 — La Convention sur la sûreté nucléaire

La [Convention sur la sûreté nucléaire \(CSN\)](#) a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde³.

Les objectifs de la CSN sont d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la Convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

La Convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En France, l'ASN assure le rôle d'autorité compétente pour la Convention sur la sûreté nucléaire. Elle coordonne l'ensemble des phases préparatoires des réunions d'examen en relation étroite avec les entités concernées. De plus, l'ASN consacre des moyens importants afin de participer aux réunions d'examen et de pouvoir être présente aux différentes présentations et discussions.

La déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire a été adoptée le 9 février 2015 par les parties contractantes à la Convention sur la sûreté nucléaire réunies à l'occasion de la conférence diplomatique chargée d'examiner une proposition d'amendement de la Convention sur la sûreté nucléaire.

La 8^e réunion d'examen des parties contractantes de la CSN se tiendra du 23 mars au 3 avril 2020 au siège de l'AIEA à Vienne. Elle sera présidée par la directrice générale de l'Autorité de sûreté nucléaire de la République tchèque, Mme Dana Drabova. Les deux vice-présidents sont respectivement M. Carl-Magnus Larsson de l'Autorité australienne et M. Manwoong Kim de l'Autorité sud-coréenne.

Plusieurs mois avant la tenue de la réunion d'examen, chaque partie contractante soumet un rapport national décrivant les modalités de mise en œuvre des obligations de la Convention. L'élaboration du rapport national français relatif à la 8^e réunion d'examen a été lancée en novembre 2018. Le rapport français sera rendu public, le 15 août 2019 au plus tard, en versions française et anglaise, respectivement sur le site de l'AIEA et sur le site de l'ASN.

4.2 — La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

La Convention commune est l'analogue de la [Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus d'activités nucléaires civiles](#). La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention comptait 80 parties contractantes au 31 décembre 2018.

Dans le cadre de la 6^e réunion d'examen de la Convention commune, le Rapport national français, dont la rédaction avait été coordonnée par l'ASN, a été remis à l'AIEA à la fin 2017. Conformément au processus d'examen par les pairs prévu par la Convention, 140 questions et commentaires ont été adressés à la France sur son 6^e Rapport national. La rédaction des réponses à ces questions a été coordonnée par l'ASN ainsi que la rédaction des questions et commentaires adressés par la France aux autres pays. Un total de 238 questions et commentaires a été adressé par la France à 51 pays. La 6^e réunion d'examen des parties contractantes de la Convention commune s'est tenue au siège de l'AIEA, à Vienne, du 21 mai au 1^{er} juin 2018. À l'instar des exercices précédents et avec l'appui des directions et des divisions de l'ASN ainsi que de l'IRSN, la France a été en mesure d'assister à toutes les présentations nationales et d'en tirer un bénéfice conséquent. La présentation française a suscité un vif intérêt et a contribué à faire reconnaître sur le plan international le programme français de gestion des déchets radioactifs, du combustible usé et du démantèlement des installations nucléaires.

4.3 — La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

La [Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire](#) est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 122 parties contractantes au 31 décembre 2018.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement, susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique. L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, USIE (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La [directive interministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

3. Cette convention fixe un certain nombre d'objectifs en matière de sûreté nucléaire et définit des mesures visant à les atteindre. La France l'a signée le 20 septembre 1994, et l'a approuvée le 13 septembre 1995. La Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996 et comptait, au 15 octobre 2018, 85 parties contractantes.

4.4 — La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

La [Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique](#) est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 117 parties contractantes au 31 décembre 2018.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France a déjà pris en charge le traitement, par ses services spécialisés, des victimes de tels accidents.

5 — Les relations bilatérales

L'ASN collabore avec de nombreux pays dans le cadre d'accords bilatéraux, qui peuvent prendre la forme d'accords gouvernementaux (comme avec l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg et la Suisse) ou d'arrangements administratifs entre l'ASN et ses homologues (une vingtaine). L'ASN et ses homologues échangent sur des thèmes souvent liés à l'actualité nationale en matière de sûreté et de radioprotection (législation, thèmes de sûreté, incidents, approche des inspections...).

En outre, le maintien et le renforcement des relations bilatérales entretenues avec les pays frontaliers et les autres pays européens sont l'une des priorités de l'ASN.

De nombreux thèmes ont nourri les relations bilatérales de l'ASN en 2018, que l'on peut classer en trois grandes catégories :

- les constructions neuves autour des essais de démarrage et des contrôles de fabrications ;
- les inspections croisées d'installations portant sur un spectre de thèmes très variés : démantèlement, radioprotection, arrêt de tranches, contrôle d'assainissement, cycle du combustible et nouvelles technologies médicales ;
- la gestion de crise et, notamment, la coordination entre pays frontaliers en cas d'accident sur une installation.

5.1 — La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangers

Les relations bilatérales entre l'ASN et ses homologues étrangers sont structurées autour d'une approche intégrant sûreté nucléaire et radioprotection, incluant la préparation à la gestion et à la réponse aux situations d'urgence, pour chacun des pays avec lesquels l'ASN entretient des relations.

Les grands points de rendez-vous qui ont rythmé les relations bilatérales de l'ASN avec ses partenaires ont été ceux énoncés ci-après :

Afrique du Sud

En 2018, dans le cadre de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique, l'ASN a été sollicitée pour une demande d'assistance concernant une personne surexposée accidentellement dans le cadre d'un traitement médical.

4.5 — Autres conventions ayant un lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection

D'autres conventions internationales, dont le champ d'application ne relève pas des missions de l'ASN, peuvent avoir un lien avec la sûreté nucléaire.

C'est en particulier le cas de la Convention sur la protection physique des matières nucléaires, qui a pour objet de renforcer la protection contre les actes de malveillance et les usages détournés des matières nucléaires. Cette convention est entrée en vigueur le 8 février 1987 et comptait, en 2017, 155 parties contractantes. Un amendement à cette convention entré en vigueur en 2016 a été ratifié par 115 d'entre elles.

Allemagne

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande (DFK) implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que préfectoral. À l'échelle de l'ASN, elle implique à la fois les services centraux et la division de Strasbourg.

Du 18 au 19 juin 2018, une réunion plénière de la commission franco-allemande s'est tenue à Ludwigsburg (Allemagne). Orientée sur les dernières évolutions des cadres réglementaires nationaux ainsi que sur les travaux des groupe de travail (GT) de la commission, cette réunion a aussi permis de confirmer la nécessité de travailler sur les thématiques des « déchets » et du « démantèlement ».

Le groupe de travail n°1, dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, s'est réuni le 18 septembre à Givet (Ardennes). Les échanges ont été axés sur l'évaluation des sites, le bilan des événements significatifs ainsi que sur les sujets techniques d'intérêt mutuel (levée de la suspension du certificat d'épreuve du générateur de vapeur de Fessenheim,

Exercice de crise à Fessenheim le 12 juin 2018 - Allemagne & Suisse

Le 12 juin 2018, un exercice d'urgence nucléaire a été organisé à la centrale nucléaire de Fessenheim. Celui-ci visait notamment à tester la chaîne d'alerte et d'information des services, des collectivités et des pays frontaliers (Allemagne et Suisse), le grément des cellules de crise ainsi que la prise de décision.

La coordination internationale aux niveaux local et national s'est réalisée dans de bonnes conditions et a été jugée satisfaisante. Néanmoins, elle a nécessité des ressources importantes, surtout au niveau local, dont la disponibilité pourrait ne pas être totalement assurée en cas de crise réelle.

En complément des notifications faites auprès des instances internationales, l'ASN a également convié deux homologues étrangers à son centre d'urgence. En qualité d'observateurs, ces dernières ont été en mesure d'avoir une compréhension plus fine et plus rapide de la situation d'urgence que les contacts au niveau local, confirmant l'intérêt d'avoir des agents de liaison étrangers présents dans le pays accidenté.

manchettes thermiques sur les réacteurs 1300 MWe...). Une visite de Chooz A, en démantèlement, et des réacteurs 1 et 2 de Chooz B en exploitation a été organisée.

Le groupe de travail n° 2, dédié aux urgences, s'est réuni le 3 mai à Paris. Réunissant les acteurs nationaux et locaux dans la préparation des situations d'urgence et de la gestion de crise, les deux parties ont notamment pu échanger sur leur participation à l'exercice de Cattenom (17 octobre 2017) et préparer celui de Fessenheim (12 juin 2018).

En outre, deux inspections croisées ont été respectivement organisées en Allemagne, au site en démantèlement de Mülheim-Kärlich sur les thèmes de la libération des déchets, contrôle des activités de calibration des appareils de mesurage associés et en France à Fessenheim, sur les thèmes des équipements sous pression et du service d'inspection reconnu (SIR).

Belgique

L'ASN coopère sur l'ensemble des sujets de son domaine de compétence avec son homologue de l'AFCN belge. Cela se traduit par des actions de coopération tant au niveau national que local impliquant les divisions de Châlons-en-Champagne et de Lille.

Du 14 au 18 mai 2018, l'AFCN et son appui technique BELV ont participé à l'inspection de revue de la centrale de Gravelines.

En outre, de nombreuses inspections croisées ont été organisées avec les divisions de Châlons-en-Champagne, Lille et Marseille :

- la division de Marseille a convié l'AFCN à deux inspections de l'irradiateur Gammaster axées sur des thèmes généraux et sur le réexamen de sûreté ;
- l'AFCN et la division de Lille ont participé à des inspections, en Belgique, sur les sources industrielles de rayonnement et sur la mise en service d'installations de radiothérapie et de médecine nucléaire et, en France, sur la mise en service d'installations de médecine nucléaire ;
- la division de Châlons-en-Champagne a participé à une visite de la centrale de Chooz avec le conseil communal de Beauraing (Belgique), commune frontalière.

Le 9 novembre 2018, une réunion et une visite sur le site FBFC de Framatome à Dessel ont été organisées sur la thématique de la gestion des déchets et du démantèlement en cours.

Canada

Le 9 et le 10 juillet 2018, des échanges se sont déroulés avec la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), dans ses locaux, à Ottawa, sur les actualités en matière de sûreté et de radioprotection, les pratiques et la réglementation en matière de démantèlement des installations et de gestion des déchets, la problématique de la prolongation de la durée de vie des centrales et celle des risques de fraudes. De plus, le 11 juillet, la CCSN a organisé une visite technique d'installations en démantèlement et d'installations d'entreposage de déchets sur le site des Laboratoires de Chalk River (LCR) exploité par la société des Laboratoires nucléaires canadiens limitée (LNC). Le démantèlement des installations est une préoccupation majeure pour le Canada aussi, dans le cadre de la réunion, la CCSN s'est montrée attentive aux arguments de l'ASN concernant, d'une part, la nécessité d'un démantèlement immédiat, quel que soit le type d'installation et d'autre part, la nécessité de créer des filières de déchets comportant des installations de traitement et de conditionnement, des entreposages et des stockages de ces déchets appropriés. Les échanges CCSN-ASN sur cette thématique sont à poursuivre et à approfondir.

Échanges sur la protonthérapie

Face au développement de projets d'implantation d'installations de protonthérapie en Espagne et en Belgique, l'ASN, le CSN et la FANC se sont rencontrés les 12 et 13 décembre 2018 afin d'échanger sur le retour d'expérience issu de l'autorisation des trois installations de protonthérapie en fonctionnement en France : l'Institut Curie à Orsay, le centre Antoine Lacassagne à Nice et le centre Archade de Caen. Les échanges ont également porté sur les règles liées à la conception de ces installations ainsi que sur les procédures d'exploitation et de maintenance mises en œuvre. Les échanges techniques se poursuivront en 2019. En outre, compte tenu des enjeux de sûreté liés à ces grosses installations et de leur déploiement simultané dans plusieurs pays européens, l'association HERCA a retenu la proposition de l'ASN de tirer bénéfice de ces actions bilatérales et de les partager dans le cadre européen dès 2019.

Chine

En 2018, les échanges avec l'autorité de sûreté chinoise NNSA (*National Nuclear Safety Administration*) se sont essentiellement déroulés dans le cadre de projets et de rencontres multilatéraux. Ils ont porté sur les essais de démarrage de l'EPR construit à Taishan et sur le contrôle de la fabrication des équipements.

Une réunion bilatérale de haut niveau est prévue en 2019 en Chine.

Par ailleurs, l'ASN pilote un projet européen d'assistance sur trois ans, démarré en février 2017, visant à renforcer le développement de l'autorité de sûreté chinoise et de son appui technique NSC (*Nuclear Safety Center*) sur les thèmes suivants : management des déchets radioactifs, démantèlement, préparation aux situations d'urgence, transport de matériel radioactif, retraitement du combustible, évaluation sismique et développement de compétences en R&D (recherche et développement) sur la sûreté nucléaire.

En outre, **du 21 au 23 août 2018**, la division de Lyon a accueilli une délégation de trois inspecteurs de NNSA pour des échanges portant sur les suites de l'accident nucléaire de Fukushima. Ils se sont notamment rendus sur le chantier d'aménagement des nouveaux diesels d'ultime secours (DUS) du site du Bugey.

Espagne

Le 28 septembre 2018, les échanges avec le *Consejo de Seguridad Nuclear* (CSN) ont porté sur l'actualité en matière de sûreté et de radioprotection dans les deux pays, sur l'avancement des actions de coopération précédemment définies et sur la mise à jour de la feuille de route de cette coopération entre les deux autorités pour les deux prochaines années. Cette coopération future couvrira notamment :

- l'autorisation des centres de protonthérapie et le contrôle réglementaire associé ;
- la tenue d'inspections croisées destinées à comparer et à échanger sur les règles de transport des déchets nucléaires ;
- la poursuite des échanges sur les enjeux liés à la gestion des déchets de moyenne activité à vie longue.

En outre, **en 2018**, l'ASN a participé à l'exercice concernant un accident de transport dans un tunnel entre la France et l'Espagne, organisé par la préfecture des Pyrénées-Atlantiques.

États-Unis

Les 23 et 25 janvier 2018, la NRC a participé à un séminaire technique sur le démantèlement organisé à Lyon. À l'issue de cet événement ont été organisées les visites des sites de Bugey A, Iceda et Orano Tricastin.

Le 6 juin 2018, des échanges avec la NRC, dans les locaux de l'ASN, à Montrouge, ont porté sur les dernières évolutions réglementaires dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, sur l'information et la participation du public, les raisons ayant conduit l'ASN à demander l'arrêt provisoire de la centrale nucléaire du Tricastin à l'automne 2017, ainsi que sur les approches respectives mises en œuvre dans le domaine de la sécurité nucléaire (domaine circonscrit à la sécurité des sources radioactives pour l'ASN mais étendu à la protection des installations nucléaires contre la malveillance pour la NRC). Les discussions ont confirmé l'intérêt de partager les expériences et les bonnes pratiques sur de nombreux sujets techniques : pratiques d'inspection, gestion des situations d'urgence, sécurité nucléaire, vieillissement et tenue des matériaux et des équipements dans le temps... Un plan d'action pour 2018-2019, conjointement établi par les deux autorités de sûreté, permettra d'assurer le suivi de la réalisation des actions de coopération associées à ces sujets (notamment par le biais d'inspections et de visites croisées, en France et aux États-Unis, dans des installations du cycle du combustible et sur le thème de l'environnement). Il a également été fait le point sur les détachements de personnel entre les deux Autorités.

Par ailleurs, lors de la 62^e conférence générale de l'AIEA, en septembre 2018, la NRC et l'ASN ont entériné, par une signature, le renouvellement de l'accord de coopération bilatérale entre les deux autorités.

Enfin, en 2018, une délégation américaine est venue à l'ASN pour échanger sur la gestion des situations d'urgence et elle a, à cette occasion, visité le centre d'urgence de l'ASN.

Finlande

Du 17 au 19 septembre 2018, une réunion technique entre l'ASN et STUK a été organisée à Helsinki, suivie d'une visite du chantier de l'EPR d'Olkiluoto. Ce rendez-vous annuel a permis d'échanger sur l'avancement des projets EPR des deux pays. Les discussions ont porté essentiellement sur le retour d'expérience des essais de démarrage ainsi que d'autres sujets techniques d'actualité des chantiers.



Visite de la centrale de Fukushima. Réunion bilatérale ASN-NRA du 3 au 5 septembre 2018 – Fukushima (Japon)

Japon

Du 26 février au 2 mars 2018, des inspecteurs de la division de Lyon se sont rendus au Japon dans le cadre d'échanges avec la NRA sur les évolutions du contrôle de la sûreté nucléaire en France et au Japon. Les inspecteurs ont pu visiter le site de Tokaimura ainsi que le site de Fukushima-Daiichi pour observer la façon dont la NRA contrôle les travaux d'assainissement.

Les 3 et 4 septembre 2018, une réunion bilatérale organisée à Tokyo a permis aux présidents et aux experts techniques des deux autorités d'échanger sur l'actualité réglementaire dans les deux pays, la maîtrise du vieillissement des installations des réacteurs à neutrons rapides et des réacteurs de la filière graphite-gaz. Une visite de la centrale accidentée de Fukushima-Daiichi a été effectuée le jour suivant.

En outre, l'ASN a reçu de nombreuses délégations japonaises à Paris ou bien en région dans le cadre d'échanges techniques ou universitaires.

Luxembourg

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa seizième réunion le 1^{er} février 2018 à Paris. Composée à la fois des autorités compétentes des niveaux national et préfectoral et des ministères des Affaires étrangères, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire

Participation de l'ASN à des exercices de crise au Japon et à Taiwan

En 2018, à l'invitation de ses homologues, l'ASN a participé en tant qu'observateur à deux exercices nationaux de crise :

- au Japon, au mois d'août, concernant les centrales nucléaires de Ohi et de Takahama (nord-ouest de Kyoto) ;
- à Taiwan, au mois de septembre, relatif à la centrale nucléaire de Chin Shan.

Les deux exercices ont mobilisé de nombreux moyens humains et techniques déployés sur le terrain. La population a également participé activement en s'impliquant dans des actions d'évacuation (lieux publics, plage, hélicoptère...) et dans des ateliers de décontamination.

Bien que, dans les deux cas, le déroulé de l'exercice ait paru plus proche d'une démonstration de maîtrise complète de

la gestion d'un accident que d'une évaluation de la capacité à répondre réellement à une situation d'urgence nucléaire, certains éléments d'intérêt pour les acteurs français de la gestion de crise ont été relevés. Par exemple :

- au Japon, la visite d'une maison de retraite a notamment permis d'observer que celle-ci était équipée de systèmes de filtration et d'étanchéité qui permettent aux résidents ne pouvant être évacués de rester à l'abri dans les locaux en cas d'accident avec rejets radioactifs ;
- à Taiwan, chaque personne se trouvant dans la zone concernée par l'accident est alertée grâce à un message envoyé sur son smartphone. De plus, en cas d'évacuation d'une école, la procédure prévoit pour les parents la possibilité de venir récupérer leurs enfants.



Réunion bilatérale et signature de l'accord de coopération ASN-ONR, le 29 juin 2018 – ASN Montrouge

et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2017 de la centrale nucléaire de Cattenom, le retour d'expérience issu de l'exercice de crise de Cattenom organisé en octobre 2017, ainsi que le suivi du centre privé de radiothérapie de Metz.

Malte

Les 28 et 29 mai 2018, la division de Paris a réalisé une mission à Malte dans le but d'appréhender le fonctionnement et les problématiques d'une administration en charge du contrôle de la radioprotection dans un pays de petite taille. La division en a tiré des enseignements transposables pour la Polynésie française et la Nouvelle-Calédonie, qui sont deux collectivités que la division accompagne pour la mise en œuvre d'un cadre réglementaire adapté et d'une équipe formée sur place.

Norvège

Le 16 mai 2018, les échanges avec la NRPA (*Norwegian Radiation Protection Authority*), dans ses locaux, à Oslo, ont porté sur le démantèlement et la gestion des déchets (problématique de l'arrêt du réacteur de recherche IFE Halden), la mise en œuvre de la Directive EU BSS, la gestion du risque radon et celle des situations d'urgence (protocole d'alerte rapide, stratégie de distribution d'iode...). Lors de cette réunion, le document renouvelant le protocole entre la NRPA et l'ASN concernant la notification rapide et l'échange d'informations en cas de catastrophe nucléaire ou accident ou incident radiologique a été signé.

Pologne

Le 11 avril 2018, le comité directeur franco-polonais s'est réuni. Outre les sujets d'actualité dans les deux pays, ont été abordés la gestion des déchets radioactifs, les mesures de renforcement de la sûreté des installations nucléaires françaises à la suite de l'accident de Fukushima, la maîtrise du vieillissement ainsi que l'accueil possible d'une stagiaire de l'Autorité de sûreté polonaise (PAA) à l'ASN.

Royaume-Uni

Le 29 juin 2018, une réunion bilatérale a été organisée à Montrouge entre l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire britannique (ONR). Parmi les sujets traités, on peut noter des échanges sur l'avancement des projets d'EPR en France et au Royaume-Uni. La réunion s'est conclue par la signature d'un accord de coopération renouvelé, comportant des actions à mener sur les deux prochaines années.

En outre, la division de Caen et la Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) ainsi que l'ASND ont convié l'ONR ainsi que *The UK Environment Agency* à un atelier portant sur des études de cas. Une visite du site de La Hague a également été organisée.

La division de Nantes a quant à elle poursuivi sa collaboration avec *Public Health England (PHE)*, autorité compétente britannique pour la protection des patients, avec la participation à des inspections croisées sur le thème de la radiothérapie.

Russie

Le 17 juillet 2018, un atelier séminaire portant sur la sûreté des installations du cycle s'est tenu durant trois jours à Lyon et sur les sites du Tricastin et de Romans-sur-Isère. Les échanges ont porté sur les référentiels réglementaires et les pratiques du contrôle par l'autorité de sûreté.

Le 6 décembre 2018, une réunion du comité directeur ASN-Rostechndzord s'est déroulée à Montrouge. Les sujets abordés ont couvert la maîtrise du vieillissement des installations, la sûreté de l'installation en construction ITER ainsi que le démantèlement des réacteurs au graphite.

Suède

Les 8 et 9 février 2018, une réunion bilatérale a eu lieu avec l'autorité de sûreté suédoise, le SSM, à Stockholm. Les deux parties ont signé un arrangement administratif structurant les échanges déjà existants entre l'ASN et le SSM. Cette réunion a été dirigée vers des sujets techniques plus précis tels que la ségrégation carbone, la poursuite de fonctionnement des réacteurs après 40 ans, l'approche « noyau dur » à la suite de l'accident de Fukushima, la gestion des déchets radioactifs et le démantèlement.

Les 11 et 12 octobre 2018, la division d'Orléans a reçu deux inspecteurs du SSM dans le cadre d'échanges portant sur le démantèlement et les réacteurs en exploitation. En appui à ces échanges, une visite du site de Saint-Laurent-des-Eaux a été organisée.

Suisse

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-suisse implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que préfectoral. À l'échelle de l'ASN, elle implique à la fois les services centraux ainsi que les divisions de Lyon et de Strasbourg.

Les 26 et 27 mars 2018 s'est tenue la réunion annuelle franco-suisse du groupe experts crise nucléaire (GECN) abordant les problématiques de préparation et de réponses à des situations d'urgence issues d'installations situées à proximité de la frontière franco-suisse.

Du 1^{er} au 5 octobre 2018, la division de Lyon a reçu un inspecteur de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) pour participer à une campagne d'inspections renforcées sur le thème de la radioprotection sur les centrales du Bugey et de Saint-Alban.

Par ailleurs, en 2018, dans le cadre de son accord de coopération avec l'Office fédéral de santé publique (OFSP) suisse, la division de Lyon a réalisé avec l'OFSP trois inspections conjointes du CERN, situé à la fois en France et en Suisse.

Compétences des principales autorités de contrôle des activités nucléaires civiles*

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			SÛRETÉ DES INSTAL- LATIONS CIVILES	ACTIVITÉS					SÛRETÉ DES TRANS- PORTS
	ADMINIS- TRATION	AGENCE GOUVERNE- MENTALE	AGENCE INDÉPEN- DANTE		RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		
					GRANDES INSTAL- LATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
Europe										
Allemagne/ BMUB + Länder	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/ AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/ CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/ STUK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ ASN			■	■	■	■	■	■***		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■			■	■	■
Suède/ SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ ENSI			■	■	■				■	■
Autres pays										
Canada/ CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/ NNSA	■			■	■	■		■	■	■
Corée/ NSSC		■		■	■	■		■	■	■
États-unis/ NRC			■	■	■	■	■	■	■	■**
Inde/ AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/ NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ Rostekhnadzor	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/ SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

* Présentation schématique et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.

** Transport national seulement.

*** La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

5.2 — Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

L'ASN répond à ces sollicitations dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (ICSN, Instrument de coopération pour la sûreté nucléaire) et internationaux (RCF, *Regulatory Cooperation Forum* de l'AIEA). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, dans les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat et sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

L'ASN estime que le développement d'une infrastructure de sûreté adaptée nécessite un délai minimum d'une quinzaine d'années avant que puisse démarrer l'exploitation, dans de bonnes conditions, d'un réacteur nucléaire de puissance.

Il s'agit en effet pour ces pays de mettre en place un cadre législatif et une autorité de sûreté indépendante et compétente, disposant des moyens financiers et humains pour accomplir leurs missions, et de développer des compétences en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle ainsi que de gestion des situations d'urgence radiologique.

Chine

En 2018, l'ASN a poursuivi la coordination d'un projet d'assistance européen sur trois ans visant à renforcer le développement de l'autorité chinoise NNSA (*National Nuclear Safety Administration*) et de son appui technique NSC (*Nuclear Safety Center*) sur les thèmes suivants : management des déchets

radioactifs, démantèlement, préparation aux situations d'urgence, transport de matériel radioactif, retraitement du combustible, évaluation sismique et développement de compétences en R&D (recherche et développement) sur la sûreté nucléaire.

Il s'agit du deuxième programme ICSN de coopération avec la Chine, démarré en février 2017, pour une durée de trois ans.

Vietnam

En 2018, l'ASN a continué la gestion du deuxième programme d'assistance au Vietnam dans le cadre de l'ICSN, afin de développer les capacités de l'autorité de sûreté nucléaire vietnamienne (VARANS, *Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety*) en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle. La durée de ce projet d'assistance, démarré en mai 2016, est de trois ans.

L'ASN est également impliquée dans l'assistance au Vietnam dans le cadre du RCF, forum d'échanges entre autorités de sûreté créé sous l'égide de l'AIEA. Dans ce contexte, une réunion a eu lieu les 27 et 28 juin 2018, à Bruxelles, visant à faciliter le partage d'expérience entre régulateurs et à rationaliser l'assistance apportée aux pays envisageant de développer l'énergie nucléaire.

Turquie

En 2018, l'ASN a continué à piloter la gestion du premier programme d'assistance à la Turquie dans le cadre de l'ICSN, afin de développer les capacités de l'autorité de sûreté nucléaire TAEK en matière d'évaluations probabilistes et déterministes de sûreté, d'inspections en construction et fabrication des composants nucléaires et de management intégré de la sûreté. La durée de ce projet d'assistance, démarré en janvier 2018, est de trois ans.

Il est important de noter qu'une nouvelle loi a été votée par la Turquie le 9 juillet 2018 créant la nouvelle autorité de sûreté NDK. L'impact de ces changements sera pris en compte dans la mise en œuvre de ce projet.

5.3 — Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangères

Une meilleure connaissance du fonctionnement des autorités de sûreté et de radioprotection étrangères permet de tirer des enseignements pertinents pour le fonctionnement de l'ASN et

de compléter la formation des personnels. Un des moyens utilisés pour atteindre ce but est le développement des échanges de personnels tels que pratiqués notamment avec l'ONR (*Office for Nuclear Regulation*) et la NRC.

Plusieurs modalités ont été retenues pour ces échanges :

- des actions de très courte durée (quelques jours) permettant de proposer aux homologues de l'ASN de participer à des observations croisées d'inspections et à des exercices d'urgence nucléaire et radiologique. À titre d'exemple, en 2018, environ 20 observations croisées d'inspections dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ont été organisées avec l'Allemagne, la Belgique, dont l'inspection de revue de la centrale de Gravelines, le Royaume-Uni, la Suisse et la Turquie dans le cadre du projet européen ICSN de formation en cours ;
- des missions de courte durée (deux semaines à six mois) afin d'étudier un thème technique précis ;
- des échanges de longue durée (de l'ordre de un à trois ans) permettant une immersion dans les activités et le fonctionnement de l'Autorité de sûreté nucléaire, qui reçoit l'agent mis à disposition. De tels échanges doivent, dans la mesure du possible, être réciproques. Depuis le 8 janvier 2018, un agent de l'ASN est mis à disposition de la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis (US NRC) pour une durée de trois ans ; la première année de cette mise à disposition s'est déroulée au sein de la Direction des nouveaux réacteurs (NRO, *Office of New Reactors*). Un des objectifs principaux de cette mise à disposition est de favoriser les échanges entre la NRC et l'ASN sur des sujets d'intérêt commun. Ainsi, pour répondre aux demandes de certains services de l'ASN, l'agent de l'ASN à disposition de la NRC a rédigé une note sur le sujet de la sécurité nucléaire et une autre sur celui des installations d'entreposage à sec de combustible nucléaire usé aux États-Unis. Des échanges entre l'ASN et l'US NRC se sont poursuivis courant 2018 sur ces sujets. Notamment, lors de la venue de l'inspecteur en chef de l'ASN aux États-Unis à l'occasion de la conférence annuelle de la NRC (RIC), du 13 au 15 mars 2018, des points d'intérêts particuliers ont été identifiés concernant les pratiques américaines relatives à l'inspection et la sécurité. Par ailleurs, en 2018, le processus de mise à disposition d'un agent de la NRC à l'ASN a été engagé. En outre, en 2018, l'échange de personnels entre l'ASN et l'Autorité de sûreté britannique a été acté par la mise à disposition croisée de deux inspecteurs.

6 — Perspectives

L'ASN s'attachera à l'établissement d'un cadre international ambitieux en matière de doctrine et de réglementation, qui se nourrit des meilleures pratiques. L'ASN encouragera et contribuera à la réflexion internationale sur des problématiques techniques majeures.

Une attention toute particulière sera portée à WENRA et à son développement afin de renforcer les actions avec les pays porteurs de nouvelles conceptions de réacteur. Par ailleurs, l'ASN s'impliquera afin que soit assurée une meilleure coordination entre la Commission européenne, ENSREG, WENRA et les TSO concernant les activités sur les améliorations de sûreté issues de la directive 2014 engagées. Dans ce cadre, elle partagera les objectifs de sûreté et les modifications mises en œuvre dans le

cadre de la poursuite de fonctionnement des réacteurs, notamment VD4-900.

Dans un contexte où certains pays s'orientent, essentiellement pour des raisons financières, vers une mise en confinement sûre de leurs installations à l'arrêt, l'ASN continuera à promouvoir, dans ses relations bilatérales et dans les groupes de travail internationaux et européens, l'approche française, cohérente avec la position AIEA, d'un démantèlement complet dans des délais aussi courts que possible.

L'ASN fera connaître ses modes d'actions visant à renforcer la transparence, notamment ceux relatifs aux processus de consultation du public, tant sur les VD4, le PNGMDR ou le projet Cigéo.



Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

1	Les activités nucléaires à finalité médicale _____	202
1.1	Les différentes catégories d'activités	
1.2	Les situations d'exposition en milieu médical	
1.2.1	L'exposition des professionnels	
1.2.2	L'exposition des patients	
1.2.3	L'exposition de la population	
1.2.4	L'impact sur l'environnement	
1.2.5	Les événements significatifs de radioprotection	
1.2.6	Les enjeux et les priorités de contrôle	
1.3	La réglementation	
1.3.1	La réglementation générale	
1.3.2	Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques	
1.3.3	La radioprotection des patients	
1.3.4	Le régime administratif	
2	La radiothérapie externe _____	206
2.1	La présentation des techniques	
2.1.1	La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle	
2.1.2	La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité	
2.1.3	La radiothérapie en conditions stéréotaxiques	
2.1.4	La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique	
2.1.5	La radiothérapie de contact	
2.1.6	La radiothérapie peropératoire	
2.1.7	L'hadronthérapie	
2.2	Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe	
2.3	L'état de la radioprotection en radiothérapie externe	
2.3.1	La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe	
2.3.2	La radioprotection des patients en radiothérapie	
2.3.3	Les événements déclarés en radiothérapie externe	
3	La curiethérapie _____	212
3.1	La présentation des techniques	
3.1.1	La curiethérapie à bas débit de dose continu (ou <i>Low Dose-Rate</i> , LDR)	
3.1.2	La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou <i>Pulsed Dose-Rate</i> , PDR)	
3.1.3	La curiethérapie à haut débit de dose (ou <i>High Dose-Rate</i> , HDR)	
3.2	Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie	
3.3	L'état de la radioprotection en curiethérapie	
3.3.1	La radioprotection des travailleurs	
3.3.2	La radioprotection des patients	
3.3.3	La gestion des sources	
3.3.4	Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements	
3.3.5	Les événements déclarés en curiethérapie	
4	La médecine nucléaire _____	215
4.1	La présentation des activités de médecine nucléaire	
4.1.1	Le diagnostic <i>in vivo</i>	
4.1.2	Le diagnostic <i>in vitro</i>	
4.1.3	La radiothérapie interne vectorisée	
4.1.4	La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire	
4.2	Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire	
4.3	L'état de la radioprotection en médecine nucléaire	
4.3.1	La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire	
4.3.2	La radioprotection des patients en médecine nucléaire	
4.3.3	La protection de la population et de l'environnement	
4.3.4	Les événements déclarés en médecine nucléaire	
5	Les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants _____	221
5.1	Présentation du parc et des équipements	
5.2	Les règles techniques d'aménagement des locaux	
5.3	L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles	
5.3.1	La radioprotection des professionnels	
5.3.2	La radioprotection des patients	
5.3.3	Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées	
6	Le radiodiagnostic médical et dentaire _____	224
6.1	La présentation des équipements	
6.1.1	Le radiodiagnostic médical	
6.1.2	Le radiodiagnostic dentaire	
6.2	Les règles techniques d'aménagement des installations de radiologie et de scanographie	
6.3	Le parc de scanners	
6.4	L'état de la radioprotection en scanographie	
6.5	Les événements déclarés en radiologie conventionnelle	
7	Les irradiateurs de produits sanguins _____	228
7.1	Description	
7.2	Les règles techniques applicables aux installations	
8	Synthèse et perspectives _____	228

Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

Depuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Leur intérêt et leur utilité ont été établis depuis longtemps, mais

ces techniques contribuent de façon significative à l'exposition de la population aux rayonnements ionisants. Elles représentent, en effet, la deuxième source d'exposition pour la population (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1).

1 — Les activités nucléaires à finalité médicale

1.1 — Les différentes catégories d'activités

Les activités nucléaires à finalité thérapeutique, notamment celles dédiées au traitement du cancer, comprennent la radiothérapie externe, la curiethérapie et la radiothérapie interne vectorisée.

Les activités nucléaires à finalité diagnostique regroupent la scanographie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique.

Les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées) regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif et/ou thérapeutique.

Ces [différentes activités](#), avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2 à 7.

1.2 — Les situations d'exposition en milieu médical

1.2.1 — L'exposition des professionnels

Les risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants, pour les professionnels du milieu médical, sont d'abord des risques d'exposition externe, générés par les dispositifs médicaux (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées (notamment après administration de radiopharmaceutiques). En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination interne doit également être pris en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2017 par l'IRSN, 208 921 personnes travaillant dans les domaines des activités médicales et vétérinaires ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. Les activités de radiologie (radiodiagnostic et radiologie interventionnelle) regroupent l'effectif le plus important (36%) des personnels médicaux exposés.

Près de 99% des personnels de santé surveillés en 2017 ont reçu une dose efficace annuelle inférieure à 1 millisievert (mSv). Un dépassement de la limite annuelle de dose efficace de 20 mSv a été observé pour un brancardier exerçant dans plusieurs services (dose efficace annuelle cumulée de 43,7 mSv). Quatre cas de dépassement de la limite annuelle de dose équivalente aux extrémités (500 mSv) ont été enregistrés en 2017, tous dans le secteur de la radiologie. La dose individuelle annuelle moyenne portant sur l'effectif des personnes ayant une dose supérieure au seuil d'enregistrement est de 0,29 mSv/an, en légère diminution en comparaison à celle de l'année 2016.

En 2017, la très grande majorité de la surveillance de l'exposition interne de routine a été réalisée par des analyses radiotoxicologiques urinaires et par des examens d'anthroporadiométrie (moins de 5% des professionnels exposés); 1 392 personnes ont fait l'objet d'une surveillance de routine par des analyses radiotoxicologiques urinaires. Ces analyses concernent majoritairement le secteur de la médecine nucléaire. Un seul travailleur en 2017 a fait l'objet d'un calcul de dose efficace engagée, la dose est restée inférieure à 0,1 mSv.

1.2.2 — L'exposition des patients

La situation d'exposition du patient diffère selon que l'on considère les applications médicales à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans le premier cas, il est nécessaire d'optimiser l'exposition aux rayonnements ionisants pour délivrer la dose minimale afin d'obtenir une information diagnostique pertinente ou pour réaliser l'acte interventionnel prévu; dans le second cas, il faut délivrer la dose la plus forte possible, nécessaire pour obtenir la destruction des cellules tumorales ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins.

Cependant, dans tous les cas, la maîtrise des doses délivrées lors des examens d'imagerie et des traitements est un impératif qui repose notamment sur les compétences des professionnels en radioprotection des patients, mais aussi sur les procédures d'optimisation et le maintien des performances des équipements.

En imagerie médicale, la maîtrise des doses demeure une priorité pour l'ASN qui, à la suite d'un premier plan engagé en 2011, a publié un nouvel avis assorti d'un second plan, en 2018, afin de poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection auprès des professionnels (voir chapitre 1).

1.2.3 — L'exposition de la population

Hors situation incidentelle, l'impact potentiel des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :

- les personnes du public, à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants mais ne bénéficiant pas des protections requises;
- les personnes proches de patients ayant bénéficié d'un traitement ou d'un examen de médecine nucléaire, faisant notamment appel à des radionucléides tels que l'iode-131, ou d'une curiethérapie par iode-125;
- les catégories professionnelles spécifiques susceptibles d'être exposées à des effluents ou déchets produits par des services de médecine nucléaire.

Les données disponibles sur l'impact de ces rejets sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) conduisent à des doses estimées de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014).

1.2.4 _ L'impact sur l'environnement

Les informations disponibles, qui portent sur la surveillance radiologique de l'environnement assurée par l'IRSN, en particulier la mesure du rayonnement gamma ambiant, ne mettent pas globalement en évidence de niveau significatif d'exposition au-delà des variations du bruit de fond de la radioactivité naturelle. Toutefois, la mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence, au-dessus des seuils de mesure, de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (ex. : iode-131).

Par ailleurs, aucune présence de ces radionucléides n'a été mesurée dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1).

1.2.5 _ Les événements significatifs de radioprotection

Les événements significatifs de radioprotection (ESR) sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent un retour d'expérience de plus en plus riche vers les professionnels participant à l'amélioration de la radioprotection dans le domaine médical. En 2018, l'ASN a publié un [bulletin sur la sécurité du patient en radiothérapie](#) (n° 12) concernant les risques de mauvaise identification de repères vertébraux sur une image de repositionnement ainsi qu'une fiche de retour d'expérience concernant une erreur de montage d'accessoire sur un CyberKnife®. Après la survenue d'un incident d'exposition lors d'un examen de scanographie (voir point 6), une [fiche technique](#) a été rédigée et largement diffusée en France et en Europe. Par ailleurs, les avis d'incidents sont publiés sur [asn.fr](#).

Depuis juillet 2015, les services de radiothérapie pouvaient [télédéclarer](#) les ESR. Ce portail s'inscrit dans le cadre du portail unique des vigilances créé par le ministère de la Santé. Il a été étendu à l'ensemble du domaine médical en avril 2017.

Depuis 2012, le nombre d'ESR déclarés est de l'ordre de 500 par an. En 2018, le nombre d'ESR déclarés à l'ASN dans le domaine



La sécurité du patient, Bulletin n° 12, 2018

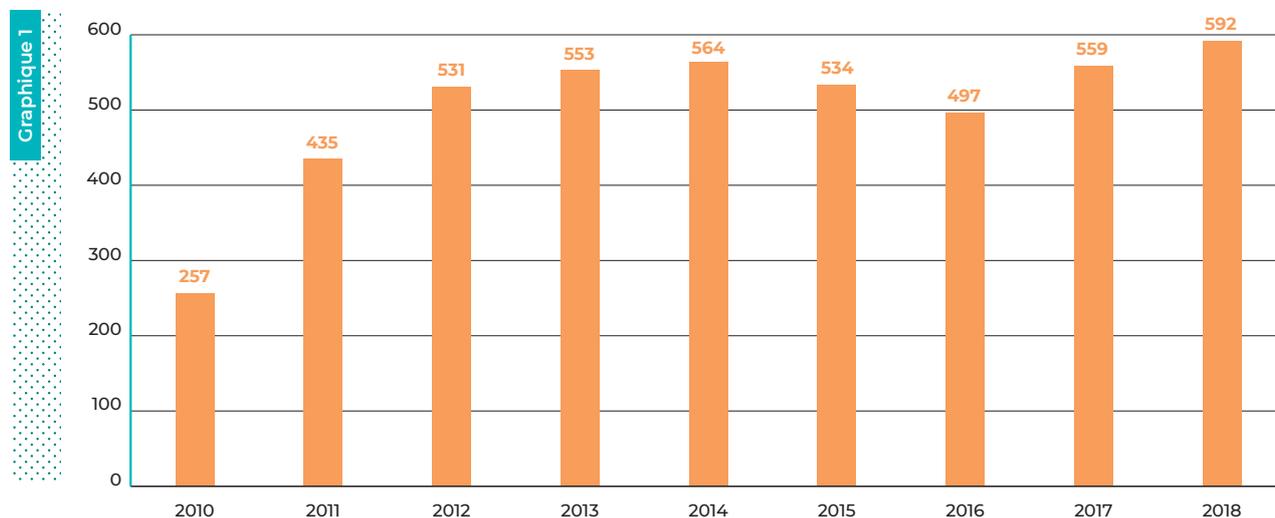
médical est de 592 (graphique 1), chiffre le plus élevé depuis la mise en place du dispositif de déclaration (+ 33 par rapport à 2017, + 95 par rapport à 2016). Cette augmentation est principalement due à un nombre d'ESR plus important déclarés en médecine nucléaire mais aussi en radiologie (conventionnelle et scanographie). En revanche, le nombre d'ESR déclarés en radiothérapie baisse depuis 2015.

Les graphiques 2, 3 et 4 ci-après permettent d'illustrer, par catégorie d'activité, la répartition du nombre des ESR en 2018 et leur évolution depuis 2010, ainsi que la répartition des événements par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des travailleurs), et catégorie d'activité concernée.

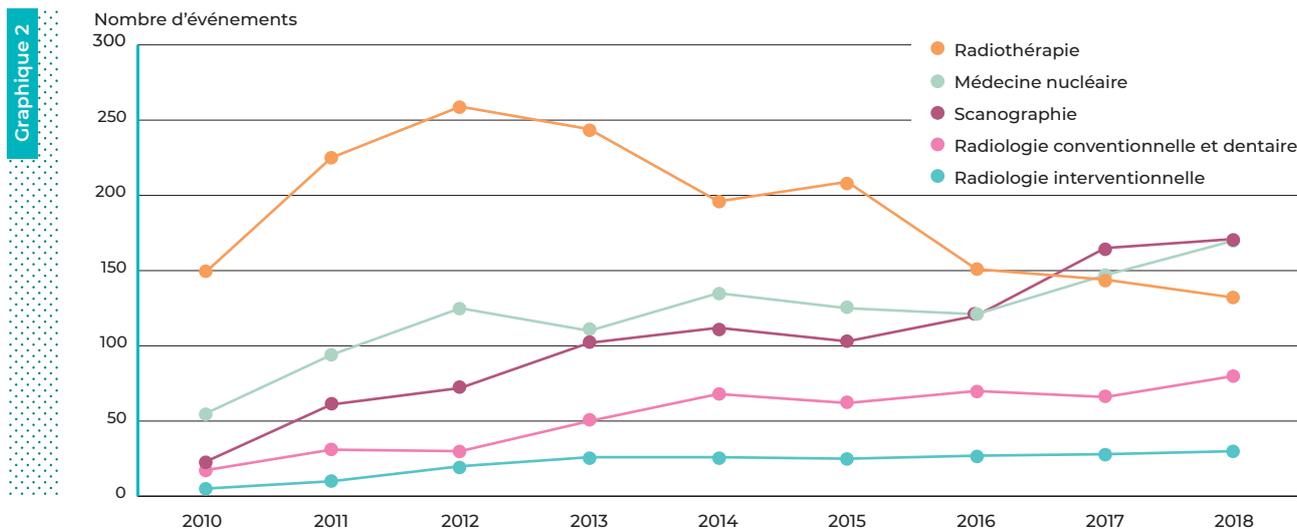
Environ 80 % des événements déclarés proviennent des services de scanographie (29 %), de radiothérapie (22 %) et de médecine nucléaire (29 %). Pour la première fois depuis la mise en place du système de déclaration des ESR en 2007, la scanographie et la médecine nucléaire sont les secteurs d'activité pour lesquels le nombre d'ESR déclarés par an est le plus important.

Les événements déclarés dans le domaine médical concernent principalement l'exposition de patients (56 %) et l'exposition de fœtus de femmes enceintes ignorant leur état de grossesse (30%), ces derniers étant en nette augmentation.

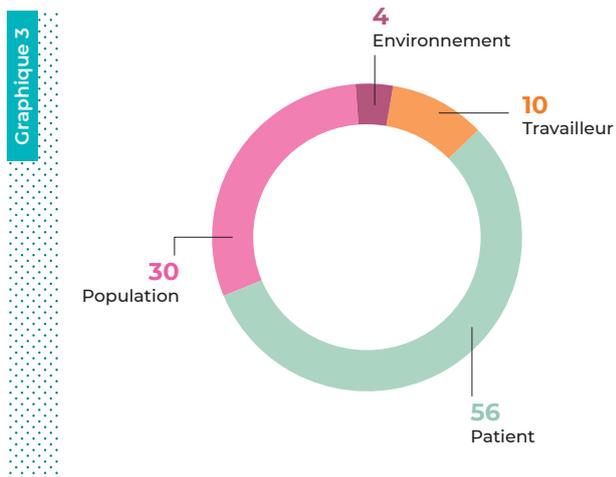
Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2010 à 2018



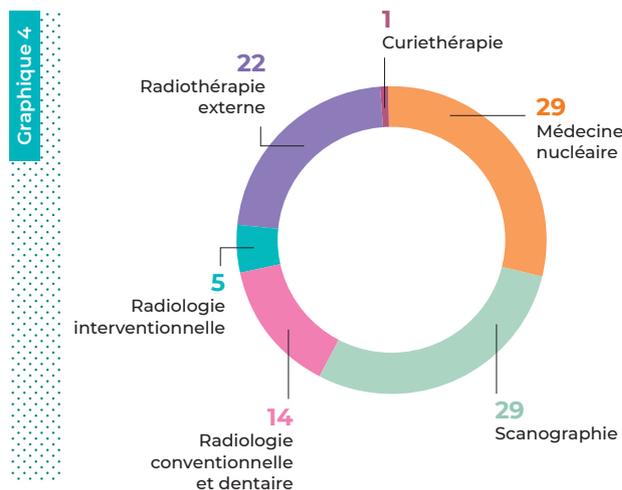
Nombre d'ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2010-2018



Répartition des ESR par domaine d'exposition en 2018 (%)



Répartition des ESR par catégorie d'activité concernée en 2018 (%)



Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2018, les conséquences les plus significatives du point de vue de la radioprotection concernent :

- pour les travailleurs : les pratiques interventionnelles radioguidées (exposition externe des opérateurs et, en particulier, de leurs mains) avec des dépassements de limites de dose, et la médecine nucléaire (contamination de travailleurs, exposition externe) ;
- pour les malades : les pratiques interventionnelles, avec des effets déterministes observés chez certains patients ayant bénéficié d'actes longs et complexes, la radiothérapie avec des surdosages liés, notamment, à des recoupes⁽¹⁾ de traitement et des erreurs de prescription et, enfin, la médecine nucléaire, avec des erreurs d'administration de médicaments radiopharmaceutiques ;
- pour le public et l'environnement, la médecine nucléaire, avec des pertes de sources, des fuites de canalisations et de dispositifs de confinement des effluents radioactifs.

Des informations détaillées par catégorie d'activité sont fournies dans les points 2 à 6.

1.2.6 – Les enjeux et les priorités de contrôle

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte en particulier des doses délivrées ou administrées aux patients, des conditions d'utilisation des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, d'un impact possible sur l'environnement, des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

1. Recoupe de traitement : irradiation lors d'un deuxième traitement d'une région anatomique qui a déjà été irradiée par le passé ; la région concernée par une recoupe reçoit un cumul de doses liées à plusieurs irradiations distinctes.

Activités nucléaires à finalité médicale : les principaux enjeux

Tableau 1	ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
	Radiothérapie externe	3	1	1
	Curiethérapie	2	2	2
	Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
	Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
	Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
	Scanographie	2	1	1
	Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
	Radiologie conventionnelle	1	1	1
	Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

Sur la base de cette classification, l'ASN considère que les priorités de son contrôle doivent porter sur la radiothérapie externe, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les pratiques interventionnelles radioguidées.

À partir de 2018, l'ASN a mis en œuvre une nouvelle stratégie d'inspection dans le domaine médical, fondée sur des vérifications systématiques de dispositions réglementaires concernant la radioprotection des travailleurs, des patients et du public. Ces vérifications portent sur un nombre limité de points de contrôle, assortis d'indicateurs permettant de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national. Cette démarche est complétée d'investigations plus approfondies portant sur des thèmes spécifiques définis dans un cadre annuel ou pluriannuel.

Compte tenu du caractère expérimental de cette nouvelle stratégie d'inspection, l'état de la radioprotection en milieu médical a été évalué essentiellement sur la base des indicateurs associés aux points de contrôle.

1.3 – La réglementation

1.3.1 – La réglementation générale

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est [encadrée](#) par les dispositions du code du travail (articles R. 4451-1 à R. 4451-135 du code du travail).

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants doivent de plus satisfaire aux règles techniques définies dans les [décisions techniques de l'ASN](#) (voir points 4, 5 et 6).

1.3.2 – Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques

Les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants (appareils électriques et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique (articles 5211-12 à R 5211-24). Le marquage CE, qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. Des exigences additionnelles seront édictées en 2019 par arrêté ministériel (en cours de préparation).

Les médicaments radiopharmaceutiques (MRP) utilisés en médecine nucléaire bénéficient d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée par l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) ou par l'Agence européenne des médicaments. Dans l'attente de l'obtention d'une AMM, ils peuvent bénéficier d'une autorisation temporaire d'utilisation (ATU) nominative ou de cohorte.

Le suivi des sources (sources radioactives dont les MRP, dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique (articles R. 1333-152 à R. 1333-164).

1.3.3 – La radioprotection des patients

La justification et l'optimisation – La protection des patients bénéficiant d'examen d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique (art. R. 1333-45 à R.1333-80). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Cependant, contrairement aux autres applications des rayonnements ionisants, le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif thérapeutique recherché ou d'obtenir une image de qualité satisfaisante pour permettre le diagnostic.

Le [Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale](#) élaboré par la [Société française de radiologie](#) (SFR) et la [Société française de médecine nucléaire et imagerie moléculaire](#) (SFMN) apporte une aide au médecin pour choisir le meilleur examen en fonction de la symptomatologie, des diagnostics évoqués et de l'anamnèse du patient. Il prend en compte les preuves de la performance diagnostique de l'examen dans chacune des situations (analyse des publications internationales), le caractère irradiant ou non de l'examen ainsi que les doses correspondantes. Aucune technique n'est universelle; celle qui est performante pour un organe ou une fonction de cet organe le sera moins pour un autre et inversement.

Par décision soumise à homologation par arrêté ministériel, l'ASN a entrepris dès 2017 de mettre à jour, voire de compléter, le cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification.

Travaux réglementaires en cours dans le domaine de la radioprotection des patients

Tableau 2	TEXTE EXISTANT	TRAVAUX EN COURS
Assurance de la qualité en radiothérapie	Décision n° 2008-DC-0103 du 1^{er} juillet 2008	Mise à jour prévue en 2020
Assurance de la qualité en imagerie médicale		Décision homologuée en février 2019
Niveaux de référence diagnostique	Arrêté du 24 octobre 2011	Projet de décision soumis à la consultation du public en novembre 2018
Formation continue des professionnels de santé à la protection des personnes exposées à des fins médicales	Décision n° 2017-DC-0585 du 14 mars 2017	Projet de décision modificative soumis à la consultation du public en juillet 2018
Qualifications des médecins intervenant lors de l'exercice d'activités nucléaires à finalité médicale	Décision n° 2011-DC-0238 du 23 août 2011	Mise à jour prévue en 2019

1.3.4 _ Le régime administratif

Le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions relatives en matière nucléaire a apporté les précisions nécessaires à la mise en œuvre du nouveau régime de procédures applicable au nucléaire de proximité, en application de l'article L. 1333-7 du code de la santé publique : un troisième régime dit « d'enregistrement » (c'est un régime d'autorisation « simplifiée ») pourra être mis en place, en plus des régimes de déclaration et d'autorisation existant pour certaines activités.

Compte tenu des enjeux (tableau 1), l'ASN a retenu les évolutions suivantes :

- la liste existante des activités médicales soumises à déclaration a été reconduite par le [décision n° 2018-DC-0649](#) de

l'ASN du 18 octobre 2018⁽²⁾ ; la radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continuent à bénéficier du régime de déclaration ;

- le nouveau régime d'enregistrement, attendu en 2019, devrait être appliqué à la scanographie et à l'utilisation de radionucléides dans les laboratoires de biologie médicale (voir point 4.1.2.), actuellement soumises à autorisation, ainsi qu'aux pratiques interventionnelles radioguidées à enjeux en ce qui concerne la radioprotection (en attendant, ces dernières restent soumises à une simple déclaration) ;
- le régime d'autorisation sera maintenu pour la radiothérapie externe, la curiethérapie et la médecine nucléaire, diagnostique et thérapeutique.

2 _ La radiothérapie externe

2.1 _ La présentation des techniques

La [radiothérapie](#) est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. Environ [200 000 patients](#)⁽³⁾ sont traités chaque année, soit près de quatre millions de séances d'irradiation. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes (et, dans un nombre de cas limité, non malignes). Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement produite par un accélérateur de particules ou des sources radioactives (Gamma Knife® par exemple) est extérieure au patient, et la curiethérapie où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse.

Selon les informations recueillies auprès de l'Observatoire national de la radiothérapie ([INCa](#), 2017), le parc des installations de radiothérapie externe comporte 505 accélérateurs de particules, répartis dans 173 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN. En 2018, l'ASN a délivré 114 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de la mise à jour de l'autorisation existante.

Le graphique 5 présente la répartition du parc des équipements contrôlés par l'ASN ainsi que des autorisations délivrées, mises à jour ou renouvelées en 2018.

Huit cent quatre-vingt-quinze radiothérapeutes ont été recensés dans l'annuaire de la [Société française de radiothérapie oncologique](#) (SFRO) en 2017.

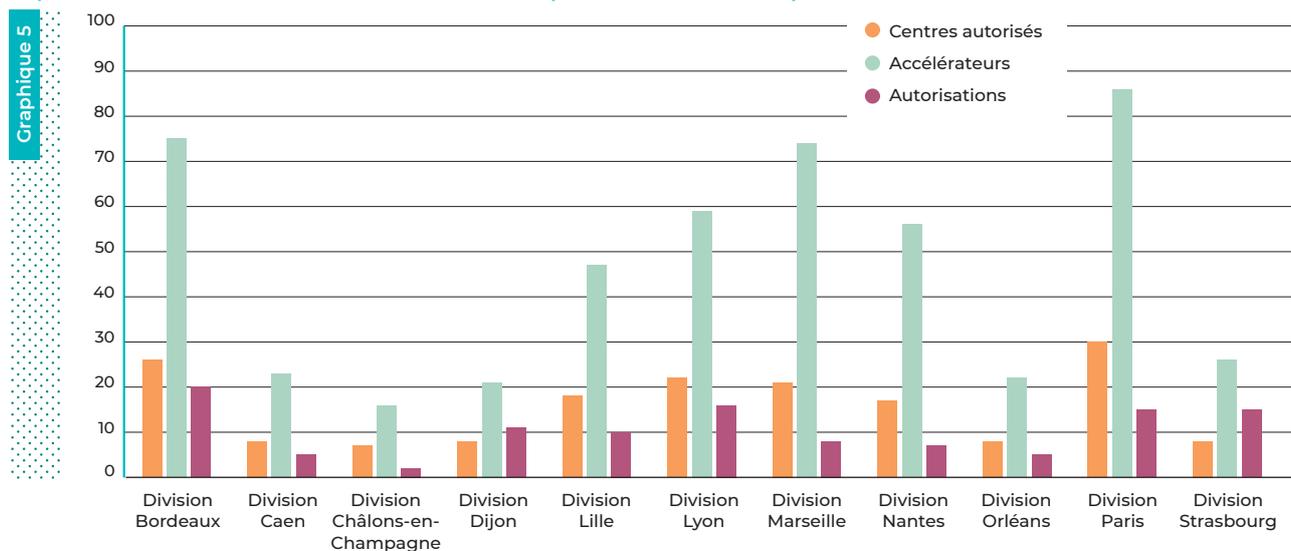
Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement dans lequel sont définis précisément, pour chaque patient, outre la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). L'élaboration de ce plan, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants, nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le physicien médical, mais aussi, le cas échéant, les dosimétristes.

L'irradiation est effectuée dans la très grande majorité des traitements à l'aide d'accélérateurs linéaires de particules avec un bras isocentrique, émettant des faisceaux de photons produits sous une tension variant de 4 à 25 mégavolts (MV), ou d'électrons d'énergie comprise entre 4 et 25 mégaelectronvolts (MeV), et délivrant des débits de dose pouvant varier de 2 à 6 grays par minute (Gy/min). À noter que certains accélérateurs linéaires de dernière génération peuvent délivrer des débits de dose beaucoup plus élevés, jusqu'à 25 Gy/min (pour les faisceaux de photons).

2. [Décision n° 2018-DC-0649](#) de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 octobre 2018 définissant, en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du code de la santé publique, la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations.

3. En 2016, 213 204 personnes atteintes de cancer ont été traitées par radiothérapie : 117 196 dans le secteur public et 96 008 dans le secteur libéral.

Répartition du nombre d'installations de radiothérapie externe contrôlées par l'ASN en 2018



2.1.1 _ La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle

Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants obtenues à l'aide d'un scanner, parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (IRM, TEP...). Au cours d'une radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle, la forme de chaque faisceau est fixe, et la dose délivrée par chaque faisceau est homogène à l'intérieur du champ de traitement délimité par le collimateur multilame.

Dans son guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie (Recorad) paru en septembre 2016, la SFRO considère que cette technique d'irradiation est utilisée comme technique de base par tous les centres français pour l'ensemble des patients traités à visée curative. Toutefois, on note depuis plusieurs années que la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue au profit de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité.

2.1.2 _ La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité

La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI ou IMRT) est une technique qui a vu le jour en France au début des années 2000. Contrairement à la radiothérapie conformationnelle 3D, les lames du collimateur se déplacent pendant l'irradiation, ce qui permet de moduler l'intensité des faisceaux en cours d'irradiation et donc la dose délivrée pour une meilleure adaptation à des volumes complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins.

• L'arcthérapie volumétrique modulée

Dans le prolongement de la RCMI, l'arcthérapie volumétrique modulée est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France. Cette technique consiste à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue en rotation autour du patient. Au cours de l'irradiation, plusieurs paramètres peuvent varier, dont la forme de l'ouverture du collimateur multilame, le débit de dose, la vitesse de rotation du bras ou l'orientation du collimateur multilame.

Cette technique, désignée sous différents termes (VMAT®, RapidArc®) selon le constructeur concerné, est réalisée à l'aide d'accélérateurs linéaires conventionnels isocentriques qui disposent de cette option technologique.

• La radiothérapie hélicoïdale

La radiothérapie hélicoïdale, commercialisée sous le nom de TomoTherapy®, ou de Radixact™ pour la génération suivante, permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La technique utilisée se rapproche du principe des acquisitions hélicoïdales réalisées en scanographie. Un faisceau de photons émis sous une tension de 6 MV et un débit de dose de 8 Gy/min, mis en forme par un collimateur multilame permettant de réaliser une modulation de l'intensité du rayonnement, permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

Trente-deux équipements de ce type étaient installés en France en 2017 (Observatoire de la radiothérapie, INCa 2017).

2.1.3 _ La radiothérapie en conditions stéréotaxiques

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions intra ou extracrâniennes, avec une précision millimétrique, par de multiples minifaisceaux convergeant au centre de la cible. Pour les traitements par radiothérapie stéréotaxique, la dose totale est délivrée, lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique.

Cette technique exige, d'une part, une grande précision dans la définition du volume cible à irradier, d'autre part, que le traitement soit le plus conformationnel possible, c'est-à-dire que les faisceaux d'irradiation épousent au plus près la forme de la tumeur.

Développée initialement pour le traitement de maladies non cancéreuses relevant de la neurochirurgie (malformations artério-veineuses, tumeurs bénignes) inaccessibles chirurgicalement, elle fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation très précise des lésions.

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques avec bras robotisé

Cette technique consiste à utiliser un petit accélérateur de particules produisant des photons de 6 MV, placé sur le bras d'un robot de type industriel à six degrés de liberté, commercialisé sous le nom de CyberKnife®. De plus, la table de traitement est également positionnée sur un robot du même type. En combinant les possibilités de déplacement de ces deux robots, il est ainsi possible d'irradier par des faisceaux multiples non coplanaires des petites tumeurs difficilement accessibles à la chirurgie et à la radiothérapie classique. Cette technique permet de réaliser des irradiations en conditions stéréotaxiques et asservies à la respiration du patient.

Compte tenu des possibilités de mouvement du robot et de son bras, la radioprotection de la salle de traitement ne correspond pas aux standards habituels et doit donc faire l'objet d'une étude spécifique.

Elle est de plus en plus fréquemment utilisée pour le traitement de métastases cérébrales, mais aussi pour des tumeurs extracrâniennes.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques tels que :

- le Gamma Knife®, qui utilise plus de 190 sources de cobalt-60 dont l'émission est dirigée vers un foyer unique (5 unités sont en service);
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée (voir encadré); le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé (17 unités en service);
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini faisceaux.

2.1.4 _ La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique

Un premier accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique (IRM) a été installé à l'Institut Paoli-Calmette, à Marseille, à la fin du premier semestre 2018.

L'association nouvelle de ces deux technologies (accélérateur linéaire et IRM) a soulevé de nouvelles questions quant à son utilisation clinique, en termes de mesure et de calcul de la dose délivrée au patient, mais aussi en matière de contrôle de la qualité du dispositif complet portant à la fois sur l'accélérateur et l'imageur. Après une expertise réalisée par l'IRSN, l'ASN a autorisé la mise à en service de cette nouvelle technique fin 2018.

2.1.5 _ La radiothérapie de contact

La contactthérapie, ou radiothérapie de contact, est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de basse énergie variant de 50 à 200 kV. Ces faisceaux de basse énergie sont adaptés pour le traitement des cancers cutanés car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

2.1.6 _ La radiothérapie peropératoire

La radiothérapie peropératoire associe la chirurgie et la radiothérapie, qui sont réalisées dans un même temps dans un bloc opératoire. La dose de rayonnement est délivrée sur le lit tumoral au cours d'une intervention chirurgicale.

L'Institut national du cancer (INCa) a lancé en mars 2011 un appel à projets visant à soutenir l'installation d'équipements de radiothérapie peropératoire (RTPO) pour la prise en charge des patientes atteintes d'un cancer du sein. Un des objectifs de cet appel à projets était de réaliser une évaluation médico-économique de traitements de radiothérapie comportant un nombre de séances réduit par rapport aux traitements standards. Sept projets mettant en œuvre un accélérateur INTRABEAM®, produisant des rayons X sous une tension de 50 kV, ont été retenus et lancés entre 2011 et 2012.

En avril 2016, la [Haute Autorité de santé](#) (HAS) a publié les [résultats de son évaluation](#). Ainsi, selon la HAS, les connaissances disponibles sont insuffisantes et ne permettent pas de démontrer l'intérêt de la RTPO, dans le traitement adjuvant du cancer du sein, par rapport à la technique standard de radiothérapie externe. La HAS conclut que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour proposer sa prise en charge par l'assurance maladie et considère qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. À l'issue de cette évaluation, la HAS recommande cependant que la RTPO puisse continuer à être évaluée dans le cadre de la recherche clinique.

2.1.7 _ L'hadronthérapie

L'hadronthérapie est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées, protons et noyaux de carbone, dont les propriétés physiques particulières permettent d'assurer une distribution de dose très localisée lors des traitements (pic de Bragg). En comparaison avec les techniques existantes, la dose délivrée au voisinage de la tumeur à irradier est moindre, le volume de tissu sain irradié est donc drastiquement réduit. L'hadronthérapie permet le traitement

NORMANDIE Accélérateur de protonthérapie du Centre Archade à Caen

En 2018, la division de Caen de l'ASN a autorisé le Centre François-Baclesse à réaliser les opérations de réception de l'accélérateur de protonthérapie du Centre Archade à Caen, puis à réaliser les traitements des premiers patients par protonthérapie. Ainsi, le troisième centre de protonthérapie français a débuté le traitement de son premier patient fin juillet 2018. Trois inspections ont été réalisées par l'ASN sur site au cours de l'année, dont une en septembre après les premiers traitements. Elles ont permis de mettre en évidence que le projet a été mené de façon très satisfaisante, en prenant en compte les recommandations du [GPMED](#) sur les techniques innovantes en radiothérapie externe. Le travail réalisé très en amont leur a permis d'utiliser l'évaluation des risques *a priori* comme un réel outil de gestion des risques.

Un deuxième accélérateur devrait être mis en œuvre dans les années à venir : il permettra de réaliser des traitements par hadronthérapie et de la recherche sur les faisceaux.

spécifique de certaines tumeurs. En juin 2016, l'INCa a publié un rapport sur les indications et capacités de traitement en protonthérapie.

L'hadronthérapie par protons est utilisée actuellement en France dans trois centres :

- à l'Institut Curie d'Orsay (équipement modifié en 2016) ;
- au Centre Antoine-Lacassagne de Nice (nouvel équipement installé en 2016) ;
- au Centre Archade à Caen, Centre François-Baclesse (mis en service en 2018).

Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radiorésistantes et pourrait apporter plusieurs centaines de guérisons supplémentaires par an. L'avantage biologique revendiqué serait dû à la très forte ionisation en fin de trajectoire de ces particules, associé à un effet moindre sur les tissus traversés avant l'atteinte du volume cible.

2.2 — Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

Les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates (l'épaisseur des parois peut varier de 1 m à 2,5 m de béton ordinaire). Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter autour de ceux-ci les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le médecin médical et la personne compétente en radioprotection (PCR).

Cette étude permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (locaux situés au-dessus ou en dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie, qui est instruite par l'ASN.

En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

2.3 — L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN. Un programme d'inspections avait été défini pour la période 2016-2019, et ses orientations avaient été communiquées à l'ensemble des services de radiothérapie au début 2016. Les inspections portent sur la capacité des centres à déployer une démarche de gestion des risques et, selon la situation rencontrée par les inspecteurs, la gestion des compétences ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :

- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui

a ainsi été portée, à partir de 2016, à une fois tous les trois ans (au lieu de deux ans précédemment) ;

- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, mis en œuvre en 2018 notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées avec l'appui d'experts (Institut de cancérologie de Bourgogne à Dijon, Institut de cancérologie Lucien-Neuwirth à Saint-Priest-en-Jarez) et une mise sous surveillance renforcée (cas du Centre privé de radiothérapie de Metz).

En 2017, 95 inspections avaient été réalisées par l'ASN, représentant 55 % du parc national. En 2018, le nombre d'inspections réalisées est de 79, soit 45 % du parc national. En deux ans, environ les deux tiers du parc ont donc fait l'objet d'un contrôle.

2.3.1 — La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont correctement conçues, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par les murs du local d'irradiation.

Le bilan des inspections réalisées en 2018 ne fait pas apparaître de difficulté importante dans ce secteur :

- la désignation effective des personnes compétentes en radioprotection a été vérifiée dans la plupart des centres inspectés ;
- les contrôles techniques de radioprotection ont été réalisés dans un peu plus de 80 % des centres inspectés.

2.3.2 — La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est évaluée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la [décision n° 2008-DC-0103](#) de l'ASN du 1^{er} juillet 2008. Dans le cadre des inspections, des vérifications sont réalisées depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines et, notamment, sur la présence du médecin médical et sur les modalités d'organisation interne pour assurer le suivi d'événements indésirables (ou dysfonctionnements) enregistrés par les centres de radiothérapie, et leur analyse.

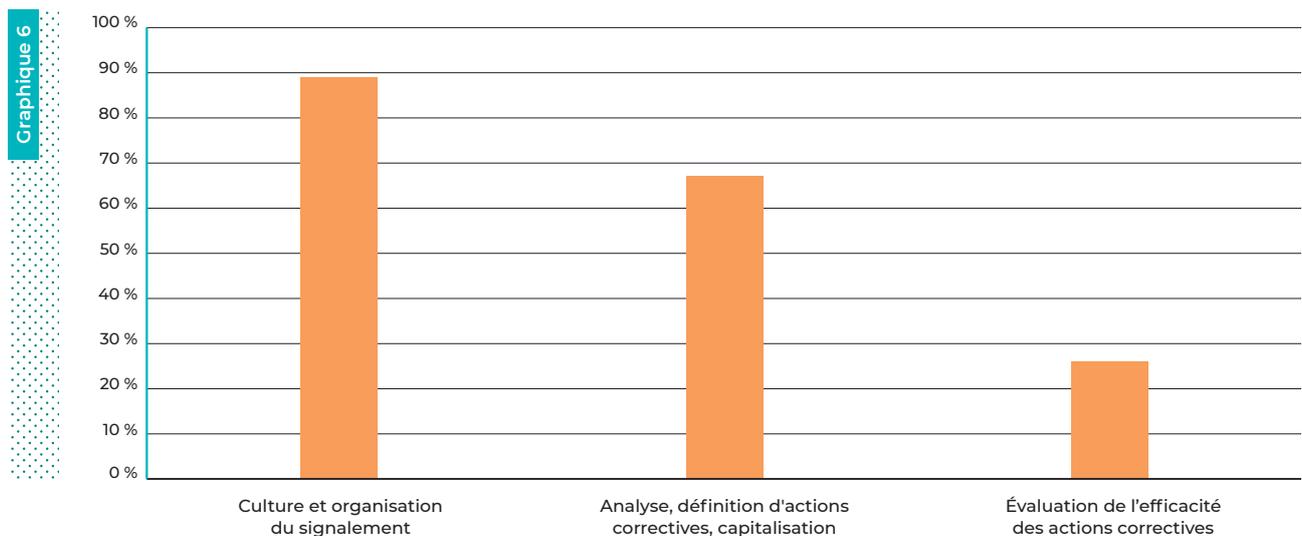
La présence du médecin médical, pendant la durée des traitements, a été vérifiée dans près de 90 % des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est disponible dans une même proportion.

L'évaluation montre que la détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants. En revanche, l'analyse de ces événements indésirables n'est globalement satisfaisante que dans 64 % des centres inspectés :

- l'analyse des causes d'un événement reste sommaire, se limitant souvent aux causes immédiates ;
- de même, les analyses d'événements récurrents sont encore peu développées alors que ceux-ci devraient constituer des signaux d'alerte pour le centre.

L'amélioration des pratiques par le retour d'expérience et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives ont été jugées satisfaisantes pour seulement 27 % des centres inspectés, ce qui constitue une baisse de 10 % par rapport à 2017. Si la plupart de ces démarches associent des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins, tous les personnels ne s'y impliquent pas, en particulier les médecins, ce qui en limite l'efficacité.

Pourcentage de conformité des installations en relation avec la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2018



Afin de permettre une réelle amélioration continue de la qualité et de la sécurité des soins, des progrès restent à accomplir dans le suivi et l'évaluation des actions correctives mises en place, l'implication de l'ensemble des personnels ainsi que l'exploitation du retour d'expérience pour évaluer et enrichir l'analyse des risques *a priori*, imposée par la décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008 précitée.

En complément des vérifications réalisées, la capacité du centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2018. Il en ressort que :

- bien que les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie, fixées par la décision ci-dessus mentionnée, soient globalement respectées, des hétérogénéités persistent d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori*, à caractère obligatoire, n'est disponible que dans la moitié des centres inspectés ;

- plus généralement, à l'issue des inspections menées depuis 2016, l'ASN considère que le pilotage de la démarche de gestion des risques n'est globalement satisfaisant que dans la moitié des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluables et évalués, a communiqué sur les résultats de cette politique et alloué les ressources nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité. En outre, l'implication de l'ensemble des professionnels, en particulier du corps médical, reste une condition essentielle pour que les démarches de gestion des risques améliorent concrètement la sécurité des pratiques.

Enfin, l'ASN constate encore, en 2018, que les changements techniques, organisationnels ou humains ne sont pas suffisamment anticipés. L'analyse d'impact d'un changement sur l'activité des opérateurs n'est pas réalisée, alors que ces changements peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place.

GRAND EST Mise sous surveillance renforcée du Centre privé de radiothérapie de Metz (CPRM)

Les inspections conduites par l'ASN, avec un accompagnement par des représentants de l'IRSN, en 2016 et 2017, dans le CPRM et dans les centres de radiothérapie du groupe U2R qui lui est affilié, ont mis en évidence des écarts persistants en matière de gestion du système d'assurance de la qualité et de démarche d'analyse des risques, ainsi que des questionnements liés à l'utilisation d'un logiciel développé en interne et utilisé comme support unique pour l'administration de l'ensemble des parcours de soins des patients.

Une mission d'expertise et d'inspection a été conduite les 23 et 24 avril 2018, sous la coordination de l'Agence régionale de santé (ARS) Grand Est et de l'ASN, en lien avec l'ANSM, afin d'évaluer les pratiques médicales du centre et la maîtrise des risques pour les patients, avec la présence de deux experts.

En concluant à une absence de risque immédiat pour les traitements des patients, mais confirmant une situation relationnelle extrêmement dégradée commençant à impacter de manière significative le fonctionnement du centre et représentant un risque à terme pour la sécurité des soins, l'ASN a décidé de placer le CPRM sous surveillance renforcée. Cette surveillance pourra être levée lorsque seront vérifiables les points suivants :

- la remise en place d'un système de gestion de la qualité ;
- la réalisation et la présentation d'une étude des risques pertinente et consistante ;
- le retour à une collégialité constatable des instances d'analyse et de décision traitant des enjeux relatifs à la radioprotection et à la sécurité des patients ;
- la mise en place d'un plan de continuité des fonctions sous-traitées, de nature à garantir la pérennité, la robustesse et la conformité du fonctionnement des activités correspondantes.

AUVERGNE-RHÔNE-ALPES Surveillance renforcée de l'établissement de l'Institut de cancérologie Lucien-Neuwirth (ICLN) à Saint-Priest-en-Jarez (Loire)

En 2018, l'ASN a poursuivi la surveillance renforcée du service de radiothérapie de l'ICLN entamé en 2017.

Une première inspection, menée par l'ASN les 14 et 15 septembre 2017, avait mis en évidence des relations conflictuelles au sein du service de radiothérapie, se traduisant par des déficits de communication entre professionnels et des situations de blocage, en particulier, sur le plan de l'organisation en physique médicale et de la gestion de la qualité et de la sécurité. Ces constats ont conduit l'ASN à mettre en place un suivi rapproché de ce service en 2018, au travers de deux inspections.

Une deuxième inspection, réalisée les 25 et 26 janvier 2018, a eu pour objet d'évaluer les conditions de réalisation et de sécurité de l'activité de radiothérapie en conditions stéréotaxiques. Cette inspection a été menée de manière conjointe avec l'ARS Auvergne-Rhône-Alpes, en présence d'experts: elle a conduit les inspecteurs à estimer que

la gestion de la qualité et des risques était insuffisante et que la capacité du centre à réaliser une activité de radiothérapie en conditions stéréotaxiques n'était pas démontrée. Dans ce contexte, l'ARS Auvergne-Rhône-Alpes a décidé de suspendre, pour six mois, l'activité de radiothérapie en conditions stéréotaxiques de l'ICLN.

Le 11 juillet 2018, une nouvelle inspection, menée par une équipe conjointe d'inspecteurs de l'ARS et de l'ASN, a été organisée afin de vérifier la réalité des actions engagées en matière de gestion des risques. L'équipe d'inspection a notamment constaté la mise en place d'une dynamique positive, au sein du service de radiothérapie.

En 2019, l'ASN poursuivra le suivi de ce centre, en vérifiant notamment l'aboutissement du travail d'harmonisation et de formalisation des pratiques et la formalisation de l'étude des risques *a priori*.

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ Inspection de l'Institut de cancérologie de Bourgogne (ICB) sur son site de Chalon-sur-Saône

L'ASN a conduit les 20 et 21 juin 2018 une inspection de l'Institut de cancérologie de Bourgogne (ICB) sur son site de Chalon-sur-Saône avec l'appui de deux experts. Cette inspection a confirmé les points forts de ce centre de radiothérapie et, en particulier, les compétences et la conscience professionnelle des personnels de santé impliqués dans la sécurité des soins délivrés aux patients. Elle a toutefois également mis en évidence des dysfonctionnements et des écarts qui appellent une évolution de son organisation et de son fonctionnement. Notamment, les ressources humaines du centre sont actuellement inférieures aux standards européens pour le nombre de patients traités, ce qui nécessite une bonne gestion des compétences et des emplois dans l'attente

de la mise en service d'un nouvel accélérateur. L'âge de l'une des machines et la potentialité de pannes, la perspective de départ en retraite de certains médecins, la coexistence de pratiques médicales hétérogènes sont également des facteurs de risques à prendre en compte.

Dans ces conditions, l'ASN a demandé aux responsables de l'activité de bâtir un plan d'action, qu'ils sont venus présenter le 11 octobre 2018 à la division de Dijon de l'ASN et à l'ARS.

Lors de cette réunion, l'ARS et l'ASN ont souligné la qualité du plan d'action qui a été établi collégialement par le corps médical et les collaborateurs de l'ICB. L'ASN assurera en 2019, en lien avec l'ARS, un suivi régulier de son avancement au travers de réunions de suivi ou d'inspections.

07

2.3.3 — Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2018, 132 événements significatifs ont été déclarés en radiothérapie. L'ASN constate depuis plusieurs années une nette diminution des ESR déclarés par les services de radiothérapie. En effet, environ 240 ESR par an étaient déclarés depuis 2008. Une analyse de ce phénomène doit être réalisée, en associant les professionnels de la radiothérapie pour comprendre les raisons de cette baisse.

La majorité des événements déclarés en 2018 concernent la radioprotection des patients et ils sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

Cinquante-trois pour cent des événements ont été classés en 2018 au niveau 1 de l'échelle [ASN-SFRO](#). Cinq événements ont par ailleurs été classés en 2018 au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. Ces cinq événements concernent respectivement une erreur de volume lors d'un traitement à visée palliative de métastases cervicales, trois erreurs de latéralité lors du traitement d'un cancer du sein, d'un cancer du poumon et d'un cancer du sinus et une erreur de dose pour un patient.

Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau:

- de la gestion des flux de dossiers de patients;
- des étapes de validation qui sont insuffisamment explicitées;
- de la tenue des dossiers des patients permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires.

Des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes de traitements, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique constituent des facteurs de risque. Les ESR classés au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO font systématiquement l'objet d'une inspection immédiate par la division de l'ASN concernée.

Les erreurs de prescription médicale en radiothérapie

Les erreurs dites « de côté » (ou erreurs de latéralité) sont des causes fréquentes d'ESR déclarés à l'ASN et classés le plus souvent au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. Sur ce sujet, en concertation avec les professionnels, l'ASN avait publié en 2014 un [bulletin sur la sécurité du patient en radiothérapie](#), dédié à ce thème (n° 6).

Depuis, pour un total de 26 événements de niveau 2 et deux événements de niveau 2+ sur la période 2014-2018, 7 erreurs « de côté » ont été déclarées, dont 3 en 2018. Un nouveau travail sur ce thème sera mené avec la SFRO et la Société française de physique médicale (SFPM) en 2019.

Exemple d'un événement concernant une erreur de latéralité lors du traitement d'un cancer du sein (gauche):

Le compte rendu de consultation indique d'abord le sein gauche puis se termine en mentionnant le sein droit. Le document de prescription est alors établi en inversant la latéralité: « sein droit » indiqué au lieu de « sein gauche »; le processus de traitement classique se déroule, ordonné sur une prescription erronée.

Les facteurs contributifs à cet événement sont:

- l'absence de clips opératoires^(*);
- la cicatrice peu visible du côté gauche;
- l'absence d'injection de bleu patenté^(**) pour la recherche de ganglion sentinelle qui aurait interpellé les manipulateurs.

Conséquences cliniques constatées:

- traitement global (chirurgie, chimiothérapie, radiothérapie, hormonothérapie) non optimal pour le sein gauche;
 - irradiation de tissus sains pour le sein droit.
- Il est à noter que l'intégralité du traitement a été dispensée à la patiente sans aucun contrôle de la prescription par rapport aux autres documents obligatoires d'un dossier médical (compte rendu opératoire, compte rendu d'anatomie pathologique et compte rendu de la réunion de concertation pluridisciplinaire).

* Les clips opératoires sont des agrafes métalliques qui permettent de retrouver facilement la zone à traiter lors de la radiothérapie réalisée après une chirurgie conservatoire (cas du cancer du sein).

** Le bleu patenté est un médicament diagnostique qui est utilisé pour le repérage des ganglions sentinelles avant une biopsie (cancer du sein).

SYNTHÈSE

En radiothérapie externe, l'amélioration de la sécurité des traitements, entamée depuis plusieurs années, se poursuit. Elle est cependant encore confrontée à de fortes évolutions technologiques, avec des risques potentiels induits lorsque les facteurs organisationnels et humains ne sont pas correctement maîtrisés. Ces évolutions technologiques

nécessitent des études des risques *a priori* mais la méthodologie n'est pas encore pleinement maîtrisée par les professionnels. L'ASN constate par ailleurs, après une augmentation importante des déclarations d'ESR dans ce champ d'activité, leur diminution constante depuis trois ans. Il conviendra d'identifier les causes de cette diminution.

3 — La curiethérapie

La **curiethérapie** permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses, notamment de la sphère ORL, de la peau, du sein, des organes génitaux ou des bronches.

Cette technique consiste à implanter, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter, des radionucléides, exclusivement sous forme de sources scellées.

Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

Les techniques de curiethérapie mettent en œuvre trois types d'application.

Soixante-deux centres de curiethérapie sont autorisés par l'ASN, dont 47 utilisent la technique de haut débit de dose (voir point 3.3.1.). En 2018, l'ASN a délivré 26 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de mise à jour de l'autorisation existante.

3.1 — La présentation des techniques

3.1.1 — La curiethérapie à bas débit de dose continu (ou *Low Dose-Rate*, LDR)

- délivre des débits de dose compris entre 0,4 et 2 grays/heure (Gy/h);

- au moyen de sources d'iode-125, sous forme de grains, implantées de façon permanente.

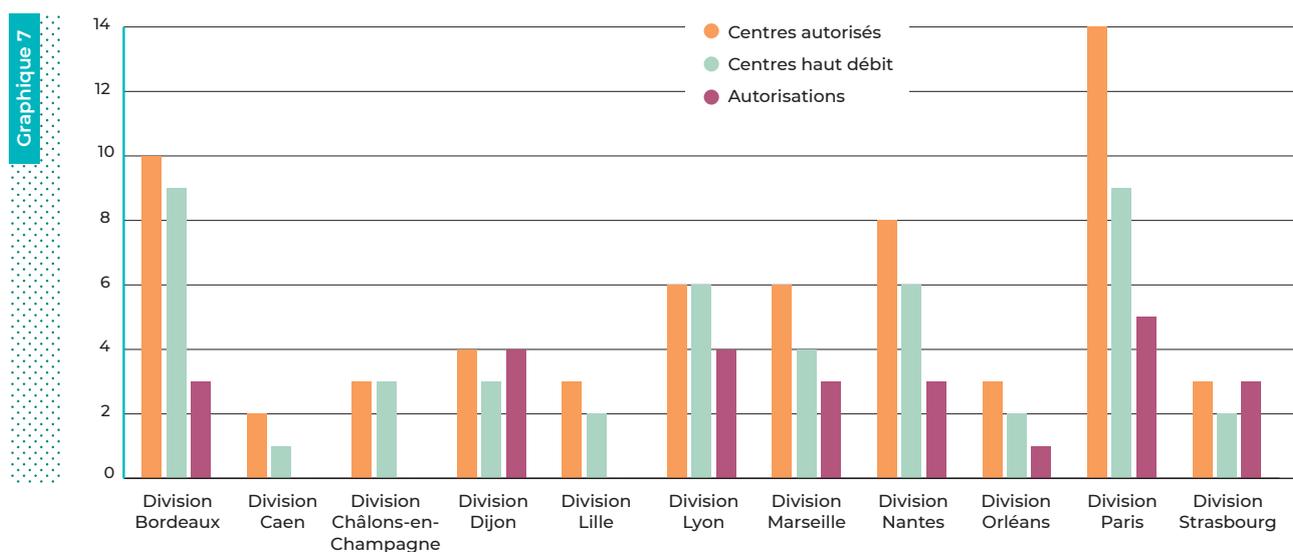
Ces sources d'iode-125 (grains) sont utilisées pour le traitement des cancers de la prostate. Mises en place de façon permanente dans la prostate du patient, elles ont une activité unitaire comprise entre 10 et 30 mégabecquerels (MBq), un traitement nécessitant environ une centaine de grains, soit une activité totale de 1 à 2 gigabecquerels (GBq).

3.1.2 — La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou *Pulsed Dose-Rate*, PDR)

- délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique.

Cette technique nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant dans des positions et pour des durées prédéterminées.

Répartition des centres de curiethérapie et des centres de curiethérapie à haut débit de dose contrôlés par l'ASN en 2018



Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

La curiethérapie pulsée présente des avantages en matière de radioprotection :

- pas de manipulation des sources ;
- pas d'irradiation continue, ce qui permet la réalisation des soins aux patients sans irradiation du personnel ou interruption du traitement.

En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au fonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

3.1.3 — La curiethérapie à haut débit de dose (ou *High Dose-Rate*, HDR)

- délivre des débits de dose supérieurs à 12 Gy/h ;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 370 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique (certains projecteurs utilisent une source de cobalt-60 de haute activité {91 GBq}).

Cette technique ne nécessite pas d'hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée ; elle est réalisée en mode ambulatoire dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe. Réalisés à l'aide d'un projecteur contenant la source, les traitements sont délivrés en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours.

La curiethérapie à haut débit de dose est utilisée principalement pour le traitement des cancers gynécologiques. Cette technique peut aussi être utilisée pour le traitement des cancers de la prostate, qui peut être associé à un traitement par radiothérapie externe.

3.2 — Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages.

• La curiethérapie à bas débit de dose

Dans le cas des techniques par implants permanents (utilisation de grains d'iode-125, notamment pour le traitement de la prostate), les applications sont réalisées en bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée.

• La curiethérapie à débit de dose pulsé

Cette technique utilise des projecteurs de sources (en règle générale 18,5 GBq d'iridium-192). Les traitements se déroulent dans des chambres d'hospitalisation ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée.

• La curiethérapie à haut débit de dose

L'activité maximale utilisée étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe.

3.3 — L'état de la radioprotection en curiethérapie

Comme pour la radiothérapie externe, depuis 2007, la sécurité des soins en curiethérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN. À cette thématique, du fait de l'utilisation de sources radioactives de haute activité, s'ajoutent les questions concernant la gestion de ces sources et des éventuelles situations d'urgence liées à leur utilisation.

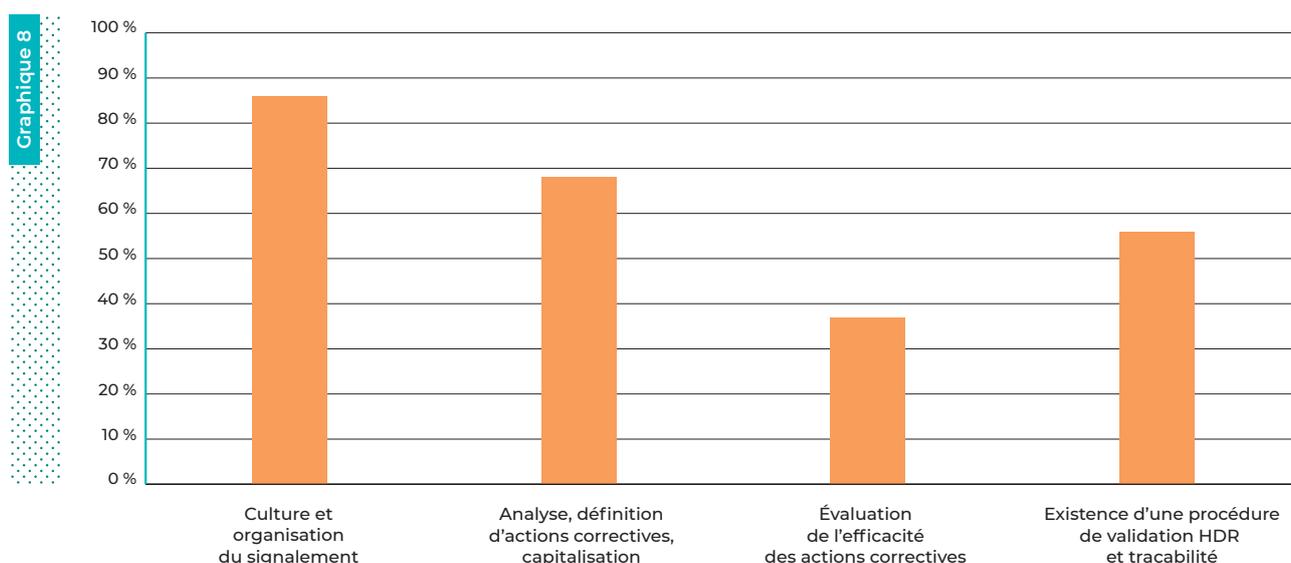
En 2017, 23 centres pratiquant la curiethérapie avaient été inspectés (représentant 36% des centres). En 2018, 21 centres ont été inspectés et, en deux ans, environ les deux tiers du parc ont donc été inspectés.

3.3.1 — La radioprotection des travailleurs

En 2018, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des travailleurs ont été jugées globalement satisfaisantes :

- tous les centres inspectés ont désigné une personne compétente en radioprotection (PCR) dédiée à cette activité et ses missions sont définies ;
- le programme technique des contrôles internes et externes de radioprotection est rédigé dans la plupart des centres

Pourcentage de conformité des installations en relation avec la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2018



inspectés. Un progrès a été constaté par rapport à 2017, dans la mesure où la fréquence requise pour ces contrôles a été bien respectée ;

- un axe d'amélioration est cependant mis en évidence concernant la formation renforcée aux situations d'urgence. Dans environ un tiers des centres inspectés, il n'y a pas eu d'exercice de mise en situation (source de haute activité bloquée, par exemple) ou il n'existe pas de procédure relative à cette situation.

L'ASN considère que des efforts sont encore nécessaires pour renforcer la formation à la radioprotection des travailleurs en cas de détention d'une source de haute activité.

3.3.2 _ La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est appréciée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins.

La présence du médecin médical, pendant la durée des traitements, a été vérifiée dans près de 90% des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est disponible dans une même proportion.

• Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2018 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé le système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe. Ils présentent cependant les mêmes insuffisances concernant l'étude des risques *a priori*, et il n'a pas été constaté de progrès sur ce plan par rapport à l'année 2017.

L'évaluation de l'efficacité des actions correctives mises en place après un événement indésirable n'est pas satisfaisante pour environ 57% des centres inspectés en 2018, ce qui laisse encore une forte marge de progrès.

La validation préalable des traitements par curiethérapie HDR est formalisée uniquement dans 54% des cas, ce qui est encore insuffisant au vu des enjeux liés à l'utilisation de sources de haute activité.

La maintenance et les contrôles de qualité – La majorité des centres dispose d'un inventaire des dispositifs médicaux ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence de décision de l'ANSM définissant le référentiel des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre résultent des pratiques historiques et s'appuient sur des recommandations des constructeurs ou des professionnels.

La maintenance des projecteurs HDR et PDR est assurée par les constructeurs. En particulier, lors des changements de sources,

Événement classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO

Un événement a été classé au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO en 2018. Il s'agit d'un surdosage lors d'un traitement de cicatrices chéloïdes par curiethérapie HDR. La patiente a présenté une nécrose et des saignements de la zone traitée et des difficultés de cicatrisation découvertes tardivement.

Une erreur de calcul survenue lors de l'étape de dosimétrie est à l'origine de cet effet indésirable, la zone à traiter ayant reçu près du double de la dose prévue. Plusieurs facteurs à l'origine de cet événement ont été mis en évidence, notamment un manque d'ergonomie du logiciel de programmation des traitements et le fait que les professionnels aient été interrompus à de nombreuses reprises dans la réalisation des tâches nécessaires à la mise en œuvre de ce traitement.

À la suite d'une inspection, il a été demandé au centre, en complément, de mieux formaliser les exigences et responsabilités associées aux vérifications et aux validations en curiethérapie, de mettre en place des audits pour tester la robustesse des contrôles humains et d'adapter les charges de travail des professionnels afin de favoriser la continuité et la sérénité dans la réalisation des tâches en lien avec la sécurité des soins.

les constructeurs assurent les contrôles de bon fonctionnement des projecteurs. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Un contrôle de l'activité de la source est effectué à chaque livraison et des contrôles de sortie de source sont également réalisés.

3.3.3 _ La gestion des sources

Les sources de curiethérapie sont gérées de manière satisfaisante. Tous les centres inspectés enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire des sources et entreposent les sources en attente de chargement ou reprise dans un local adapté.

Cependant, des axes d'amélioration ont été identifiés concernant la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, dans la mesure où seulement 54% des centres inspectés en 2018 ont mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources. L'ASN restera attentive aux progrès à accomplir et cette thématique d'inspection sera prioritaire en 2019 pour les centres disposant de sources scellées de haute activité.

3.3.4 _ Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Un événement de blocage de source dans un projecteur PDR a été signalé en 2018. Il n'y a pas eu de risque de surexposition, que ce soit pour le personnel ou pour le patient, dans la mesure où la procédure d'urgence prévue par le centre a été mise en œuvre normalement.

Cet événement, comme ceux déclarés les années précédentes, rappelle l'importance de la formation des travailleurs aux mesures d'urgence. Cette formation doit porter, en particulier, sur les mesures d'urgence à mettre en œuvre en cas de perte de contrôle d'une source de haute activité (blocage de la source, par exemple). Toutefois, les exercices visant à préparer et à

évaluer les modalités d'intervention sont encore insuffisamment déployés par les centres (seulement 67% de ceux inspectés en 2018 les ont mis en place).

3.3.5 _ Les événements déclarés en curiethérapie

En 2018, 7 ESR ont été déclarés en curiethérapie, dont un classé au niveau 2.

Par ailleurs ont été déclarés un blocage dans un projecteur PDR d'une source d'iridium-192, mais sans conséquence pour la radioprotection des travailleurs ou des patients, ainsi que l'interruption d'un traitement par curiethérapie HDR, du fait de la patiente qui a retiré seule le matériel de traitement. Il a été décidé l'arrêt du traitement.

Enfin, une erreur de planification dosimétrique d'un traitement de curiethérapie HDR est survenue, avec pour conséquence un temps de traitement erroné lors d'une séance (temps de traitement sous-estimé) et un sous-dosage pour la zone à traiter.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer les sources ou les situations d'urgence.

SYNTHÈSE

En matière de sécurité des soins, la situation de la curiethérapie est comparable à celle de la radiothérapie externe. La radioprotection des travailleurs et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées globalement satisfaisantes, ce niveau doit cependant être maintenu par un effort de formation continue. Dans le contexte actuel, une attention accrue doit être portée sur la sécurisation d'accès à ces sources, pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources.

07

4 _ La médecine nucléaire

4.1 _ La présentation des activités de médecine nucléaire

La [médecine nucléaire](#) regroupe toutes les utilisations de radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou de thérapie.

Les utilisations diagnostiques se décomposent en techniques *in vivo*, fondées sur l'administration de radionucléides au patient, et en applications exclusivement *in vitro* (biologie médicale). Des examens, de type exploration fonctionnelle, peuvent associer des techniques *in vitro* et *in vivo*.

Une enquête, menée au début de 2018 auprès de l'ensemble des unités de médecine nucléaire autorisées par les divisions de l'ASN, a permis de dresser, pour l'année 2017, un état du parc des équipements et de disposer d'informations sur les nombres d'actes réalisés selon les différentes technologies et sur les ressources humaines. Les données recueillies pour l'année 2017 sont présentées ci-après.

Selon cette enquête, le nombre total d'actes de médecine nucléaire annuel en France est d'environ 1 537 000, dont environ 900 000 actes de scintigraphie par émission monophotonique (TEMP), 125 000 actes avec détection sous caméra à semi-conducteur et environ 500 000 actes par émission de positons (voir point 4.1.1).

• Les unités de médecine nucléaire

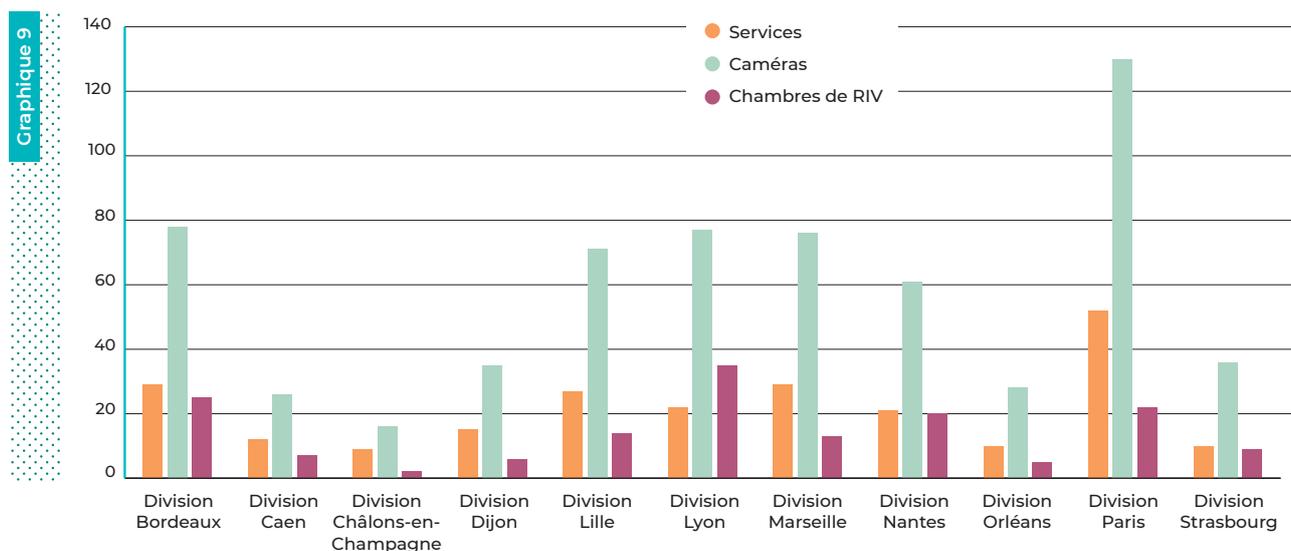
À la fin 2017, ce secteur d'activité comportait 236 unités de médecine nucléaire, autorisées par l'ASN. Ces unités regroupent les installations de prise en charge des patients (diagnostic *in vivo*) et, pour un faible nombre d'entre eux, une activité de biologie médicale utilisant des sources non scellées (diagnostic *in vitro*). Enfin, un peu plus de 80 services participent à des protocoles de recherche impliquant la personne humaine.

La répartition des unités de médecine nucléaire contrôlées par les divisions territoriales de l'ASN, du nombre de caméras installées (TEMP et TEP) et du nombre de chambres d'hospitalisation dédiées à la radiothérapie interne vectorisée (RIV), est présentée dans le graphique 9.

Une cinquantaine de laboratoires de diagnostic *in vitro* étaient recensés en 2017, mais ce nombre tend à diminuer du fait de la cessation progressive de cette activité et du recours à des méthodes d'analyse ne faisant plus appel à des radionucléides.

Les installations de médecine nucléaire sont dans des établissements de santé publics (40%), dans des sociétés privées (40%) ou dans des établissements de santé privés d'intérêt collectif (ESPIC) (10%), les 10% restants étant gérés par des groupements d'intérêt économique (GIE), de coopération sanitaire (GCS) ou autres.

Répartition du nombre de services de médecine nucléaire, du nombre de caméras installées et du nombre de chambres radioprotégées contrôlés par l'ASN en 2018



Environ 160 autorisations ont été délivrées par les divisions de l'ASN en 2018. Il s'agissait notamment de changements de caméras ou d'extension de l'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides.

• Les pharmacies à usage interne

Lorsqu'une pharmacie à usage interne (PUI) est autorisée dans un établissement de santé, le local de préparation des médicaments radiopharmaceutiques au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la PUI. Cent vingt-huit radiopharmacies sont dénombrées parmi les 236 unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du médicament radiopharmaceutique (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité) ainsi que la qualité de sa préparation. Il peut être secondé par des préparateurs en pharmacie hospitalière ou des manipulateurs en électroradiologie.

• Les équipements

Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire (graphique 9), environ 400 enceintes radioprotégées sont installées dans les services, réparties pour moitié en « basse énergie » (1 à 2 par service) et en « haute énergie » (1 à 6 par service).

Sont également utilisés près de 110 dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation des médicaments

radiopharmaceutiques marqués au fluor-18 et une soixantaine de dispositifs automatisés d'injection.

4.1.1 _ Le diagnostic *in vivo*

Cette technique consiste à étudier un organe ou une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un médicament radiopharmaceutique (MRP) – administrée à un patient. La nature du MRP dépend de l'organe ou de la fonction étudiés. Le radionucléide peut être utilisé directement ou fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps...). À titre d'exemple, le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

La localisation dans l'organisme, par les techniques de scintigraphie, de la substance radioactive administrée, souvent du technétium-99m, se fait par un détecteur spécifique. Ce détecteur, appelé caméra à scintillation ou gamma-caméra, est constitué d'un cristal d'iodure de sodium (pour la majorité des caméras) couplé à un système d'acquisition et d'analyse par ordinateur. Cet équipement permet d'obtenir des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. Une quantification des processus physiologiques ou physiopathologiques peut être réalisée.

La plupart des gamma-caméras permettent des acquisitions tomographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes (tomographie d'émission monophotonique ou TEMP).

Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo*

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Thallium-201, technétium-99m, rubidium-82
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Technétium-99m, krypton-81m
Processus ostéo-articulaire	Technétium-99m, fluor-18
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Technétium-99m, fluor-18, gallium-68
Neurologie	Technétium-99m, fluor-18

Le fluor-18, radionucléide émetteur de positons, est aujourd'hui couramment utilisé, notamment sous la forme d'un sucre marqué, le fluorodésoxyglucose (FDG), en particulier en cancérologie. Son emploi nécessite l'utilisation d'une caméra adaptée (tomographie par émission de positons - TEP). Le principe de ces caméras TEP est la détection en coïncidence des deux photons émis lors de l'annihilation du positon dans la matière près de son lieu d'émission. D'autres radiopharmaceutiques marqués avec d'autres émetteurs de positons commencent à être utilisés, notamment avec du gallium-68. Les caméras TEP équipées du système « temps de vol » ou TOF - *Time of Flight*, permettent une administration moindre de l'activité injectée en médicament radiopharmaceutique, pour une qualité d'image attendue satisfaisante.

La médecine nucléaire permet de réaliser une imagerie fonctionnelle. Elle est donc complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés : les caméras TEP sont désormais systématiquement couplées à un scanner (TEP-TDM) et les gamma-caméras peuvent l'être également (TEMP-TDM).

L'installation de caméras à semi-conducteurs (CZT), dont la sensibilité de détection est très élevée, continue à se développer notamment dans les centres de soins réalisant de nombreux examens de la fonction myocardique. En effet, ces caméras permettent une imagerie scintigraphique plus rapide, plus confortable pour un diagnostic plus sûr. La recherche continue dans ce domaine avec l'installation en 2018 d'une gamma-caméra CZT 3D et corps entier, permettant une visualisation spatiale du corps entier.

Selon l'enquête réalisée en 2018 auprès des unités de médecine nucléaire, le parc des caméras TEMP et CZT installées est de :

- 423 caméras TEMP, dont 70% sont couplées à un tomodensitomètre (TDM), pour un total de 924 000 actes annuels ;
- 51 caméras à semi-conducteurs (CZT), dont 7 sont couplées à un TDM, pour un total de 125 000 actes annuels.

Le parc des caméras TEP installées est de :

- 158 caméras TEP, toutes couplées à un TDM, pour un total de 486 000 actes annuels ;
- 4 caméras TEP couplées à un IRM, pour 2016 actes réalisés annuellement.

4.1.2 – Le diagnostic *in vitro*

Il s'agit d'une technique de biologie médicale, sans administration de radionucléides au patient, permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient : hormones, marqueurs tumoraux... Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie ou RIA - *Radio Immunology Assay*. Les activités présentes dans les kits d'analyse prévus pour une série de dosages ne dépassent pas quelques milliers de becquerels (kBq). La radio-immunologie est concurrencée par des techniques ne faisant pas appel à la radioactivité, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence. Quelques techniques utilisent d'autres radionucléides, comme le tritium ou le carbone-14. Là encore, les activités manipulées sont de l'ordre du kBq.

4.1.3 – La radiothérapie interne vectorisée

Utilisés à des fins thérapeutiques, les MRP administrés visent à délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent

être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques (traitement de formes d'hyperthyroïdie, synoviorthèse).

Plusieurs types de traitements oncologiques peuvent être distingués :

- les traitements administrés par voie systémique non spécifique (cancer de la thyroïde par iode-131, lymphome non hodgkinien par anticorps monoclonal marqué à l'yttrium-90, cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223...);
- les traitements administrés par voie systémique sélective (traitement des cancers du foie par administration de microsphères marquées à l'yttrium-90 par un cathéter placé dans une artère hépatique, traitement des cancers neuroendocrines ou de la prostate par des molécules marquées au lutétium-177 (lutathérapie).

Certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients. C'est en particulier le cas du traitement de certains cancers thyroïdiens après intervention chirurgicale. Ils sont réalisés par l'administration d'activités d'iode-131 variant de 1,1 GBq à 5,5 GBq.

Selon l'enquête réalisée en 2018 auprès des unités de médecine nucléaire, en 2017 :

- 6 377 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration d'iode-131 (avec hospitalisation) ;
- 270 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration de lutétium-177 ;
- 426 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration d'yttrium-90, dont 230 avec SIR-Spheres® et 196 avec TheraSphere® ;
- 101 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration de radium-223.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 158 chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV) sont réparties dans 44 unités de médecine nucléaire (voir graphique 9).

D'autres traitements peuvent être réalisés en ambulatoire. Ils consistent, par exemple, à traiter une hyperthyroïdie par administration d'iode-131, les douleurs des métastases osseuses d'un cancer par le strontium-89 ou le samarium-153, le cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223. On peut aussi réaliser des traitements des maladies inflammatoires des articulations grâce à des colloïdes marqués à l'yttrium-90, à l'erbium-169, ou au rhénium-186. Enfin, la radio-immunothérapie permet de traiter certains lymphomes au moyen d'anticorps marqués à l'yttrium-90.

Plus de 6 500 patients ont été traités en 2017 sans hospitalisation, principalement pour des traitements à l'iode-131 et, dans une moindre mesure, pour des synoviorthèses ou des traitements palliatifs de douleurs métastatiques.

4.1.4 – La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire

La recherche sur la personne humaine en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, de nouveaux radionucléides et vecteurs faisant régulièrement l'objet de protocoles. Les recherches portant sur l'utilisation de nouveaux traceurs se poursuivent autant en imagerie diagnostique (fluor-18-fluoroestradiol, développement de peptides marqués au gallium-68, utilisation cardiaque de l'iode-124, exploration de

la ventilation pulmonaire par aérosols marqués au gallium-68...) qu'en thérapie (développement de nouvelles molécules marquées au lutétium-177, molécules marquées au cuivre-64...).

L'utilisation de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques nécessite d'intégrer le plus en amont possible les exigences de radioprotection associées à leur emploi. En effet, compte tenu des activités mises en jeu, des caractéristiques de certains radionucléides et des préparations à réaliser, l'exposition des opérateurs et l'impact sur l'environnement nécessitent la mise en place de mesures adaptées.

4.2 — Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire

Compte tenu des contraintes de radioprotection liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées, les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour recevoir, stocker, manipuler en vue de leur administration aux patients des sources radioactives non scellées ou les manipuler en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

• Conformité à la décision n° 2014-DC-0463

Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la [décision n° 2014-DC-0463](#) de l'ASN du 23 octobre 2014 relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles pour la ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le [guide n° 32](#) précisant certains points de cette décision a été publié par l'ASN en mai 2017.

La conformité était attendue au 1^{er} juillet 2015 pour les installations de médecine nucléaire et au 1^{er} juillet 2018 pour les chambres de radiothérapie interne vectorisée. Toutefois, les services autorisés avant le 1^{er} juillet 2015 et qui n'étaient pas conformes à ces exigences devaient s'y conformer dès lors que des modifications importantes étaient réalisées dans le service.

Depuis le 1^{er} juillet 2015, les inspecteurs de la radioprotection des divisions de l'ASN ont évalué la conformité des installations lors des inspections :

- pour les locaux de manipulation des radionucléides, les locaux du secteur de médecine nucléaire et les dispositions pour les examens de ventilation pulmonaire, les données montrent une conformité presque totale des services en ce qui concerne les exigences relatives au système de ventilation, à l'exception du système de ventilation pour les examens pulmonaires qui n'est pas systématiquement indépendant de celui des locaux du secteur de médecine nucléaire ;
- pour les chambres de RIV, une première évaluation de la conformité avait été réalisée avant juillet 2018, sur la base des inspections réalisées entre 2015 et 2017 : il avait été alors relevé par les inspecteurs qu'environ la moitié des structures n'étaient pas en conformité (ventilation indépendante et dépression).

Les vérifications seront poursuivies en 2019.



Inspection de l'ASN à l'hôpital Morvan à Brest – septembre 2018

• Conformité à la décision n° 2017-DC-0591

Par ailleurs, les installations équipées d'un tomodensitomètre couplé à une gamma-caméra ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591](#) de l'ASN du 13 juin 2017⁽⁴⁾.

• Conformité à la décision n° 2008-DC-095

Comme pour toutes les installations dans lesquelles sont produits des déchets et effluents contaminés par des radionucléides, les dispositions de la [décision n° 2008-DC-0095](#) de l'ASN du 29 janvier 2008⁽⁵⁾ fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides doivent être respectées. Des locaux doivent être dédiés à ces activités, ainsi que des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites...). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire est vérifiée régulièrement (voir point 4.3.3).

4.3 — L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

En 2018, 69 services de médecine nucléaire ont été inspectés, soit 30% des installations.

4.3.1 — La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire

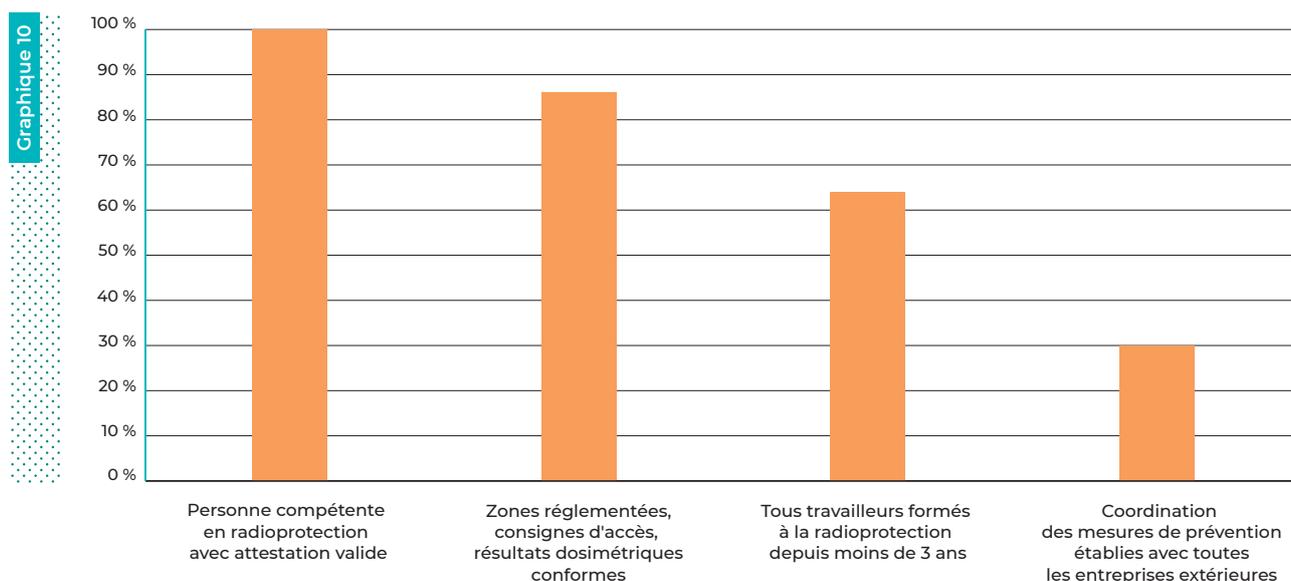
Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des médicaments radiopharmaceutiques, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les résultats concernant la radioprotection des professionnels (graphique 10) montrent que les mesures de radioprotection déployées par les services de médecine nucléaire sont globalement satisfaisantes. Par exemple, il est noté que tous les services inspectés ont désigné une PCR dédiée à cette activité, avec une attestation valide délivrée par l'employeur.

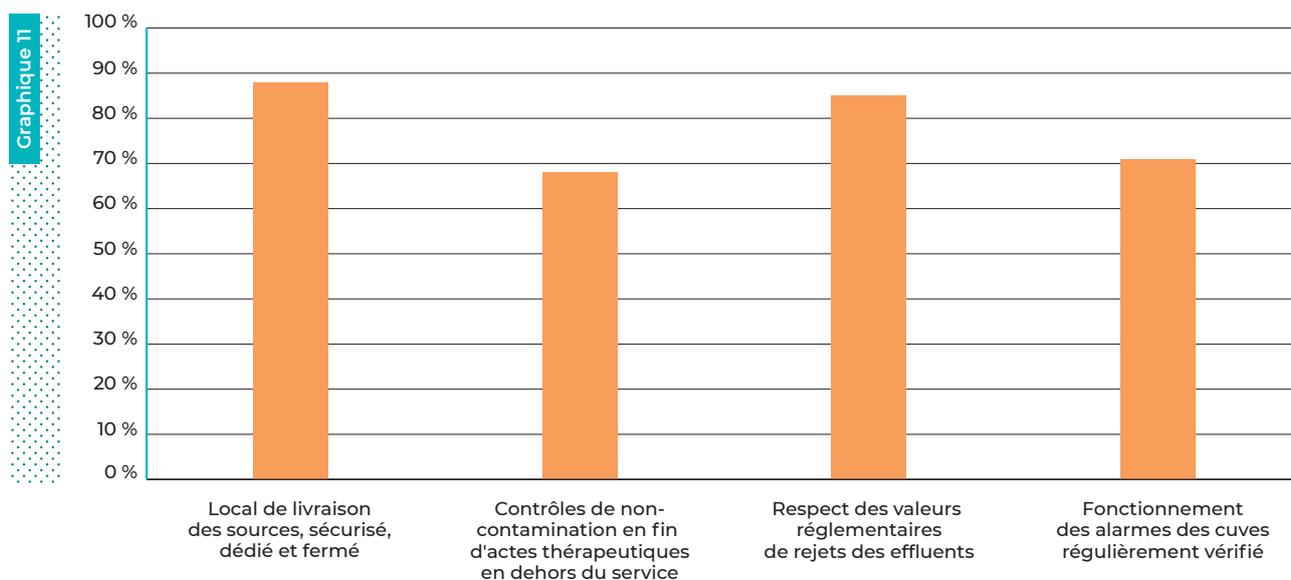
4. Décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

5. Arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la décision n° 2008-DC-0095 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-12 du code de la santé publique.

Pourcentage de conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des professionnels en 2018



Pourcentage de conformité des installations en relation avec la protection des populations et de l'environnement en 2018



Deux axes d'amélioration sont cependant mis en évidence concernant la mise à jour de la formation des personnels et surtout la coordination avec les entreprises extérieures (seulement 30% de services ont établi des mesures de coordination avec la totalité de ces entreprises).

4.3.2 – La radioprotection des patients en médecine nucléaire

La radioprotection des patients en médecine nucléaire peut également être jugée satisfaisante dans les services inspectés en 2018. Ainsi, dans plus de 90% des services qui réalisent des actes de thérapie ou de diagnostic à l'iode-131 (43 services sur les 69 inspectés), un document d'information écrit est remis au patient, conformément à l'[arrêté du 21 janvier 2004](#) et aux recommandations de la Société française de médecine nucléaire (SFMN).

Les contrôles de qualité externes des deux dernières années ont été réalisés sur l'ensemble des dispositifs médicaux, à la bonne fréquence et les non-conformités éventuellement relevées ont été levées, dans près de 90% des services. Dans les autres cas, soit le contrôle n'a pas été fait selon la périodicité réglementaire, soit il n'a pas porté sur tous les appareils concernés.

Toutefois, l'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, ses missions et son temps de présence sur site n'est complètement définie que dans 73% des services. Dans un tiers des cas, le plan d'organisation de la physique médicale (POPM) n'est pas exhaustif au regard des attendus du [guide n° 20](#) de l'ASN où l'organisation de la physique médicale décrite dans le POPM reste insuffisante vis-à-vis des enjeux liés à l'activité.

4.3.3 – La protection de la population et de l'environnement

Les questions en relation avec la protection de la population et de l'environnement sont, pour de nombreux centres inspectés, correctement traitées (voir graphique 11).

Ainsi, près de 85 % des services disposent d'un local de livraisons conforme aux exigences de la [décision de l'ASN n°2014-DC-0463](#) du 23 octobre 2014 (dédié et sécurisé). Pour environ 85 % des services, l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance respecte les limites réglementaires (10 Bq/L pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131).

Toutefois, des progrès sont encore à réaliser :

- pour les services qui utilisent des sources non scellées en dehors du service de médecine nucléaire, puisque seuls près de 70 % d'entre eux ont réalisé des contrôles de non-contamination en fin d'actes thérapeutiques, conformément au protocole prévu ;
- dans près de 20 % des unités inspectées, la traçabilité des contrôles des dispositifs d'alarme n'était pas complète ou les systèmes n'étaient pas fonctionnels.

La mise en œuvre effective des recommandations de la [lettre circulaire de l'ASN du 17 avril 2012](#) relative au retour d'expérience sur les fuites de canalisations d'effluents liquides contaminés en médecine nucléaire n'est pas totalement effective : les réseaux des canalisations du service, et des chambres de RIV le cas échéant, sont cartographiés dans 60 % des installations, l'état des canalisations et des cuves est surveillé dans la moitié des installations, et un protocole d'intervention et une fiche réflexe en cas d'intervention après une fuite sur une cuve sont disponibles dans environ un tiers des installations. Néanmoins, plus de 40 % des services ne disposent d'aucun document.

4.3.4 – Les événements déclarés en médecine nucléaire

Soixante-douze pour cent des services inspectés disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables, qui ont été analysés et ont fait l'objet d'une déclaration à l'ASN.

Cent soixante et onze ESR ont été déclarés en 2018, soit une augmentation de 15 % par rapport à 2017. Il est probable que l'ouverture en 2017 du [portail téléservices](#) de déclaration de l'ASN ainsi que l'incitation à déclarer des événements de la part de la SFMN aient contribué à cette augmentation.

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés concernent les patients (66 %), dont 65 % étaient des patients qui avaient bénéficié d'un acte à visée diagnostique. Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

• Les événements concernant les patients (113 ESR, soit 66 % des ESR déclarés)

La majorité des ESR concernant les patients, déclarés en médecine nucléaire, sont liés à des erreurs lors de l'administration d'un MRP à un patient (intersion de seringues ou de patients), à des erreurs de dose (dose adulte injectée à un enfant, injection d'une activité supérieure ou inférieure à l'activité prescrite...) ou à des erreurs lors de la préparation du médicament (intersion de flacons).

Vingt-neuf extravasations⁽⁶⁾ ont été signalées, sans conséquence clinique attendue.

6. L'extravasation d'un médicament radiopharmaceutique, perfusé par voie intraveineuse périphérique, est un passage anormal en dehors du vaisseau cathétérisé (passage tissulaire). Ses conséquences, en termes de lésions causées aux tissus environnants, dépendent principalement du volume de médicament extravasé et de son énergie (acte diagnostique ou thérapeutique).

Un événement lié à une administration de microsphères d'yttrium-90, dans une partie d'un organe sain (rein), après déplacement du microcathéter dans le cadre d'une procédure de scanographie interventionnelle, a été déclaré. Du fait des conséquences possibles, le patient fera l'objet d'un suivi médical.

• Les événements concernant les travailleurs (13 ESR, soit 8 % des ESR déclarés)

Treize événements concernant des travailleurs ont été déclarés en 2018, dont trois sont des projections de médicament radiopharmaceutique ou d'effluent, deux résultent de piqûres lors de la désadaptation d'aiguilles de seringues et deux sont des contaminations internes.

Aucune des doses reçues par ces travailleurs n'a dépassé les limites réglementaires d'exposition.

• Les événements concernant le public (19 ESR, soit 11 % des ESR déclarés)

Tous résultent de l'exposition du fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant (CIPR, 2007).

• Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (19 ESR, soit 11 % des ESR déclarés)

Ces ESR étaient liés majoritairement à la perte de sources radioactives (sources anciennes ou crayon de cobalt), à la dispersion de radionucléides (fuites d'effluents radioactifs au niveau des canalisations ou des cuves ou rejet d'effluents avant décroissance radioactive) ou encore à l'évacuation de déchets vers une filière inappropriée.

• Autres événements (7 ESR, soit 4 % des ESR déclarés)

Les autres événements ont concerné, par exemple, l'oubli de la fermeture d'une porte après une livraison de médicament radiopharmaceutique, la contamination de l'intérieur d'une enceinte après l'explosion d'un flacon de médicament lors de sa préparation par chauffage, ou l'oubli de récupération d'une seringue de médicament radiopharmaceutique dans un protège-seringue après que l'examen ait été annulé (en salle de vidéosurveillance d'électro-encéphalogramme lors d'une crise d'épilepsie).

SYNTHÈSE

La prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels en médecine nucléaire est satisfaisante. Dans ce secteur également, les efforts de formation doivent être maintenus. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures (pour la maintenance des appareils, l'entretien des locaux...) doit être améliorée. Un des enjeux de radioprotection est aussi une bonne gestion des effluents radioactifs, cela est d'autant plus prégnant que les thérapies avec de fortes activités administrées aux patients sont appelées à se multiplier avec, en conséquence, une augmentation de la radioactivité rejetée.

5 — Les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants

5.1 — Présentation du parc et des équipements

Les [pratiques interventionnelles](#) utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées, PIR) regroupent « l'ensemble des techniques utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle ».

• Les équipements

Les équipements utilisés sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle, où sont exercées les spécialités vasculaires (neuroradiologie, cardiologie...), soit des arceaux mobiles de radiologie utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale. Après injection de produit de contraste, le mode d'obtention des images par soustraction peut également être utilisé par les praticiens.

Depuis peu, des scanners parfois mobiles sont utilisés dans les blocs opératoires auprès des chirurgiens. Ce type d'équipement aide le praticien à la réalisation de son acte en offrant des images multiplan permettant une navigation virtuelle. Toutefois, ces scanners ne sont pas nécessairement dotés des dernières technologies de réduction de dose.

Les personnels interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient et sont également exposés à des niveaux de doses plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles. Dans ces conditions, compte tenu des risques d'exposition pour l'opérateur et pour le patient, les pratiques doivent être optimisées pour réduire les doses et assurer la radioprotection des opérateurs et des patients.

• Les établissements

À partir des codes de la classification commune des actes médicaux et des données d'activité remontées par les établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur hospitalisation, ont été recensés 901 établissements qui pratiquent des PIR à enjeux (en matière de radioprotection) dans une ou plusieurs disciplines. La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR est présentée dans le graphique 12.

5.2 — Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux où sont réalisées les pratiques interventionnelles radioguidées, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelles doivent être aménagés conformément aux dispositions de la nouvelle décision technique n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2.

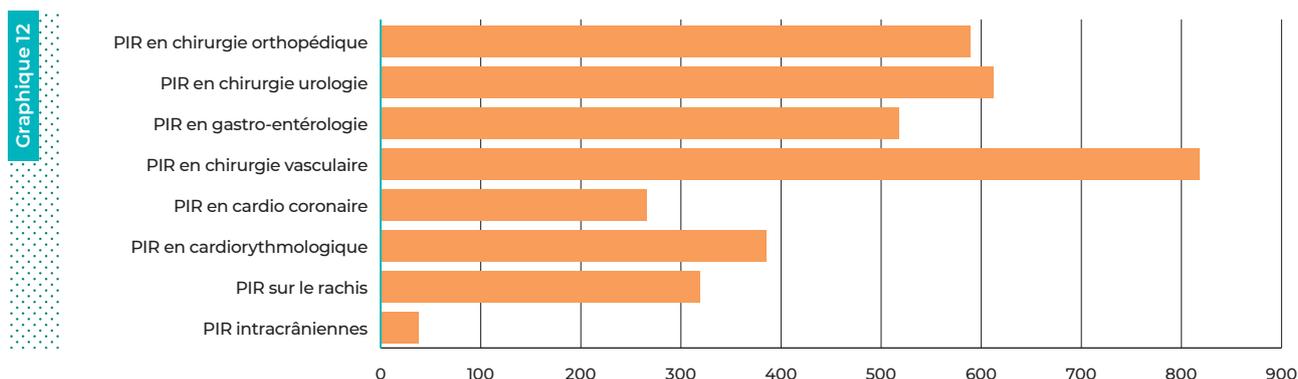
L'ASN a relevé que la conformité à cette décision était mieux respectée dans les services de radiologie interventionnelle que dans les blocs opératoires.

5.3 — L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles

Depuis plusieurs années, des événements significatifs de radioprotection sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées. Bien que ces événements soient peu nombreux au regard de l'ensemble des événements déclarés à l'ASN dans le domaine médical, ils présentent, le plus souvent, des enjeux importants, avec la survenue de dommages tissulaires (radiodermites, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier, au niveau des extrémités (doigts).

En raison des enjeux de radioprotection, l'ASN mène dans ce secteur un nombre d'inspections croissant depuis ces dernières années. En 2018, 243 inspections ont été conduites au sein de services d'imagerie interventionnelle (salles dédiées à la radiologie vasculaire et ostéo-articulaire interventionnelle, à la neuroradiologie et à la cardiologie) et de chirurgie (bloc opératoire) pratiquant des actes interventionnels radioguidés.

Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées



• **Caractéristiques des établissements et services inspectés**

Au sein de ces 243 établissements inspectés, 342 services ont été visités (202 services de blocs opératoires, 46 services de cardio coronarographie, 50 services de cardio rythmologie, 32 services de radiologie interventionnelle vasculaire et ostéo-articulaire et 12 services de neuroradiologie) :

- sur les 202 services de blocs opératoires, 187 disposaient au moins d'un arceau mobile, 12 d'arceaux fixes et 4 de scanners mobiles ;
- sur les 140 services d'imagerie interventionnelle, 110 disposaient au moins d'un arceau fixe, 28 d'arceaux mobiles et 10 de scanners fixes.

En résumé, dans plus de 90% des services d'imagerie interventionnelle inspectés, les procédures sont réalisées avec des arceaux fixes alors que, dans les blocs opératoires, les médecins utilisent majoritairement des arceaux mobiles (90%) comme aide au guidage lors de leurs pratiques chirurgicales. Il est également constaté que des dispositifs médicaux de plus en plus performants sont installés dans les blocs opératoires. Il s'agit de

scanners mobiles ou d'arceaux fixes dans des salles dites « hybrides », celles-ci associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle ; la combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D.

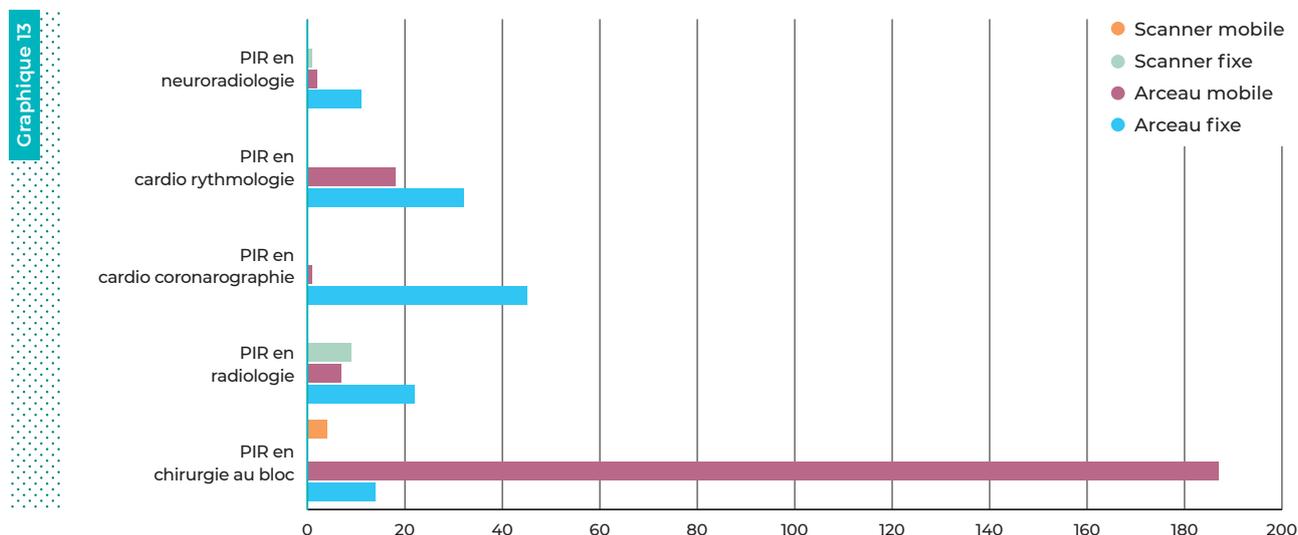
Le graphique 13 présente la répartition des dispositifs médicaux en fonction des actes interventionnels réalisés.

5.3.1 – La radioprotection des professionnels

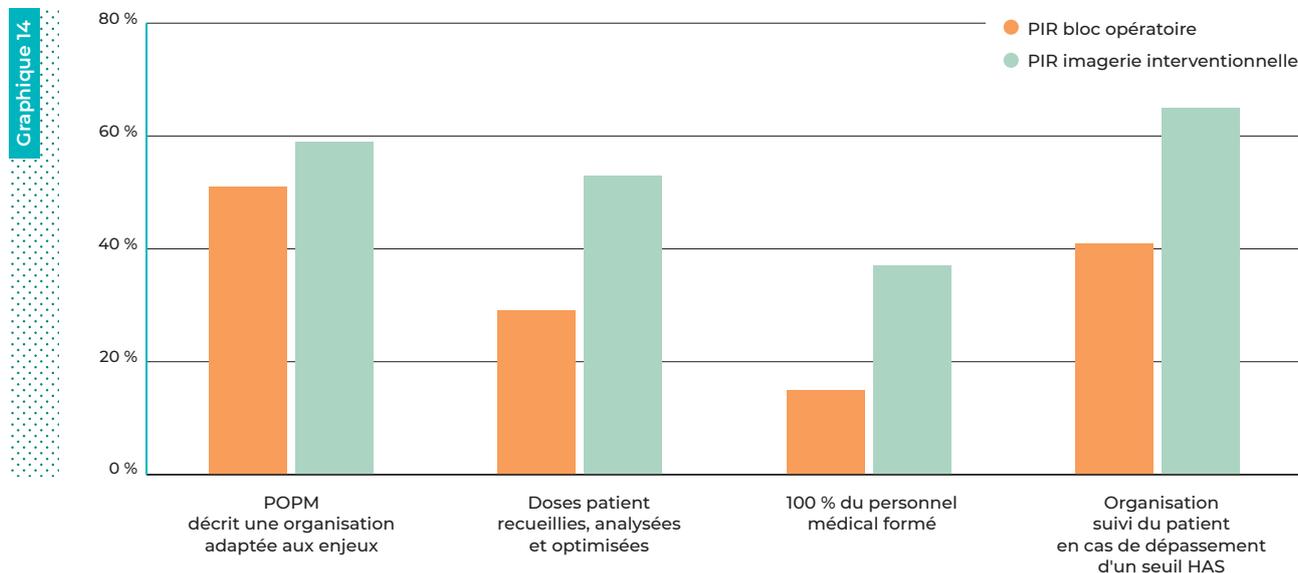
• **Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires...**

La radioprotection des travailleurs paraît prise en compte de manière effective, avec la nomination d'une PCR (environ 90% des services inspectés), l'affichage des consignes d'accès en zone réglementée (environ 70% des services inspectés) et un zonage radiologique des installations (plus de 80% des services inspectés).

Nombre de dispositifs médicaux en fonction de la nature des pratiques interventionnelles radioguidées



Pourcentage de conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des patients



Cependant, le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs (formation mise à jour pour la totalité des personnels dans environ seulement 20 % des services inspectés), en particulier des praticiens intervenant dans les blocs opératoires, est un constat récurrent d'inspection. La formation des professionnels médicaux et paramédicaux utilisant des équipements avec des arceaux fixes dans des salles dédiées reste faible également, même s'ils sont, dans l'ensemble, mieux formés.

Si les équipements de protection collective de radioprotection sont disponibles dans les services d'imagerie interventionnelle, ils sont encore trop peu présents au sein des blocs opératoires.

Une amélioration forte est attendue pour la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures intervenant dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires, où l'ASN constate que peu de plans de prévention sont signés avec tous les prestataires (17 % des établissements inspectés possèdent un document signé avec tous les intervenants extérieurs formalisant la coordination des mesures de prévention).

• Plus précisément dans les blocs opératoires...

Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans seulement 60 % des sites inspectés, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adapté aux expositions des travailleurs.

L'absence de suivi dosimétrique adapté pour certains actes radioguidés, notamment au niveau des extrémités, ainsi que l'absence de suivi médical des praticiens, rendent difficile l'évaluation de l'état de la radioprotection de ces travailleurs dans les blocs opératoires. L'ASN constate toutefois des améliorations dans les services ayant été précédemment inspectés.

Des difficultés d'ordre organisationnel persistent toujours pour les PCR, lesquelles ne disposent pas toujours des moyens ou de l'autorité suffisante leur permettant de remplir pleinement leurs missions. L'ASN constate que les PCR analysent les résultats dosimétriques afin de détecter des mauvaises pratiques et d'y remédier, surtout dans les services d'imagerie interventionnelle. Dans le secteur libéral, dans les blocs opératoires, le suivi dosimétrique, le suivi médical et, le cas échéant, celui de leurs employés constituent une difficulté récurrente.

• Les contrôles techniques de radioprotection...

Les contrôles techniques de radioprotection externes ont été réalisés dans plus de 70 % des services d'imagerie interventionnelle et dans environ 55 % des blocs opératoires. Dans les deux cas, les non-conformités relevées antérieurement ont été levées ou en cours de régularisation lors de l'inspection, dans un peu plus de 70 % des installations inspectées.

5.3.2 – La radioprotection des patients

Les constats établis à l'issue des inspections de 2018 confirment, pour la radioprotection des patients, les observations faites au cours de ces dernières années (voir graphique 14).

Ainsi, l'ASN constate encore un faible recours aux physiciens médicaux dans les services pratiquant des actes interventionnels radioguidés et un manque de description par les POPM des modalités d'organisation de la physique médicale (les missions et le temps de présence du physicien médical en fonction des activités ne sont pas définis). Cela constitue un frein à la mise en œuvre du principe d'optimisation; une plus grande implication du physicien médical permettrait, notamment, une meilleure utilisation des équipements, avec la mise en place de protocoles

adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétrique à définir localement. Lorsqu'il est fait appel à des sociétés proposant des prestations externes en physique médicale, il est constaté que les établissements s'approprient peu la démarche d'optimisation. Ces observations ont été notamment recueillies dans les blocs opératoires, où cette démarche d'optimisation est rarement mise en place.

• Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

Les insuffisances constatées sont, d'une part, une insuffisance de formation des professionnels à la radioprotection des patients et, d'autre part, un défaut dans l'application du principe d'optimisation des actes, tant au niveau du réglage des appareils, des protocoles utilisés, que des pratiques.

L'ASN constate que bien que les doses soient recueillies, leur analyse est peu réalisée (29 % pour les blocs et 53 % pour les services d'imagerie). Le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition (seuil d'exposition à la peau) défini par la HAS⁽⁷⁾ est peu satisfaisant, en particulier dans les blocs opératoires.

Des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des niveaux d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de dose délivrée au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient actuellement et facilitent l'élaboration des niveaux de référence et des niveaux d'alerte locaux par équipement et par type d'actes. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et de son suivi.

Les contrôles de qualité réalisés sur les dispositifs médicaux sont généralement réalisés avec la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

• Plus précisément dans les blocs opératoires...

Au bloc opératoire, les personnels médicaux ont une connaissance insuffisante des niveaux de dose de référence pour le type d'acte pratiqué. Les arceaux de bloc, du fait de leur mobilité, sont plus rarement connectés aux systèmes d'archivage de l'établissement que les arceaux fixes des services d'imagerie interventionnelle.

5.3.3 – Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

La mise en place d'un système d'enregistrement des événements indésirables dans les blocs opératoires et les services d'imagerie interventionnelle est en progression (80 % des services inspectés en 2018 ont mis en place ce système).

En 2018, 29 événements significatifs ont été déclarés dans ce domaine. Parmi ces événements :

- quinze événements concernent des surexpositions de patients, ayant entraîné ou non des effets déterministes, tels qu'une alopecie transitoire (4) ou un érythème léger (1);
- treize événements concernent des expositions de travailleurs;
- deux événements concernent des patientes enceintes exposées lors d'un examen interventionnel radioguidé, ces femmes ignorant leur grossesse au moment de l'exposition.

7. Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes.

Pour les ESR concernant les patients, la plupart des surexpositions étaient dues à des procédures longues, complexes et répétitives.

Un cas de surexposition de patient a été déclaré sur une pratique interventionnelle réalisée sur un scanographe décrit ci-après (déclaré au titre des déclarations d'ESR scanner).

Pour les ESR concernant les travailleurs, les surexpositions déclarées étaient dues à des expositions accidentelles : pour un cas lors du nettoyage de locaux de bloc opératoire (appareil sous tension), dans l'autre cas pendant une procédure chirurgicale (agents non protégés).

Trois travailleurs ont été exposés de manière importante au niveau des mains lors de pratiques interventionnelles radioguidées. Pour un seul d'entre eux, la limite réglementaire a été dépassée et cet ESR a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Surexposition d'une patiente lors de la réalisation d'une biopsie par guidage sous scanner

La patiente a été exposée à une dose de rayonnements ionisants élevée susceptible d'avoir des conséquences ultérieures sur sa santé, selon l'expertise de l'IRSN qui a été sollicitée.

L'inspection réalisée a montré que la complexité de l'acte nécessitait une technique particulière de reconstruction des images et que le scanographe utilisé ne disposait pas des dernières évolutions en matière d'optimisation des doses délivrées aux patients. Certains dysfonctionnements organisationnels n'ont pas, de plus, permis de prévenir la survenue de cet événement (défaut de connaissances et de formation des agents, mauvaise communication au sein des équipes, contraintes liées à l'environnement de travail).

L'ASN a ensuite limité l'autorisation du scanographe de cet hôpital aux actes de diagnostic.

L'établissement concerné a fait l'objet d'une inspection début 2019.

Les autres cas concernent des expositions de dosimètre perdu par les agents, un cas concerne une exposition volontaire d'un dosimètre pour tester le bon fonctionnement de l'arceau mobile et d'autres concernent des dysfonctionnements de la dosimétrie active.

SYNTHÈSE

Dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN estime que les mesures urgentes qu'elle préconise depuis plusieurs années ne sont toujours pas suffisamment prises pour améliorer la radioprotection des patients et des professionnels lors de l'exercice des pratiques interventionnelles, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires. Des écarts réglementaires sont fréquemment relevés en inspection, tant du point de vue de la radioprotection des patients que de celle des professionnels, et des événements sont régulièrement déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose aux extrémités des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces technologies depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels est nécessaire pour accompagner les professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les professionnels intervenant dans les blocs opératoires.

Pour l'ASN, la formation continue des professionnels et l'intervention du physicien médical constituent probablement les deux points clé pour garantir la maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

6 — Le radiodiagnostic médical et dentaire

6.1 — La présentation des équipements

Le [radiodiagnostic médical](#) est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'examens (radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien...).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen et de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. Un guide à usage des médecins ([Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale](#)) précise les examens les plus appropriés à demander en fonction des situations cliniques (voir encadré page suivante).

6.1.1 — Le radiodiagnostic médical

• La radiologie conventionnelle

La radiographie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

L'imagerie médicale : un même organe, plusieurs techniques d'images

La démarche diagnostique du médecin fondée sur l'histoire de la maladie et l'examen clinique du patient peut être complétée par des examens spécifiques (imagerie médicale, analyse biologique...).

Quatre grandes techniques d'imagerie médicale sont aujourd'hui disponibles. Elles utilisent les rayons X (radiologie), les rayons gamma (médecine nucléaire), les ultrasons (échographie) et les champs magnétiques (IRM). Ces techniques permettent d'analyser la morphologie ou d'étudier la fonction d'un organe; les qualités intrinsèques et l'interprétation médicale des images obtenues dépendent fondamentalement du principe physique utilisé.

- La radiologie met en évidence des différences de densité au sein d'un tissu (par exemple du fait de la présence d'une tumeur) ou de différents organes entre eux. La radiologie, la mammographie et le scanner (tomodensitométrie à rayons X) sont des examens de radiologie. Le scanner permet la reconstruction d'un organe en 3D et la réalisation de coupes d'un organe (imagerie en coupe ou tomographie);
- La médecine nucléaire analyse la distribution d'un médicament radiopharmaceutique (médicament constitué d'un vecteur marqué par un isotope radioactif

ou d'un radionucléide isolé) administré à un patient. Il s'agit d'une imagerie fonctionnelle qui permet d'étudier les processus physiopathologiques et donne des informations importantes sur le fonctionnement normal ou pathologique d'un tissu ou d'un organe. Le choix du médicament est fait selon la cible et l'organe étudié;

- L'échographie utilise les propriétés de réflexion des ultrasons au niveau des interfaces, qu'il s'agisse des limites anatomiques des organes ou de zones hétérogènes au sein d'un organe ou d'un tissu. Les échos recueillis permettent de reconstruire une image de la zone explorée. En y associant l'effet Doppler, il est possible de mesurer également la vitesse d'écoulement du sang dans les vaisseaux;
- L'IRM exploite les propriétés magnétiques des noyaux d'hydrogène placés dans un champ magnétique élevé et stable. Le proton (H⁺) est le principal constituant de la molécule d'eau, élément présent en plus ou moins grande quantité dans l'ensemble des tissus du corps humain. Après « excitation » par des ondes de radiofréquences, les signaux en provenance des protons de l'eau du corps humain sont recueillis par des antennes dédiées et analysés par informatique afin de produire une image en coupe.

07

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

• L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

• La mammographie

Compte tenu de la constitution de la glande mammaire et de la finesse des détails recherchés pour un diagnostic, des appareils spécifiques (mammographes) sont utilisés. Ils fonctionnent sous une faible tension et offrent une haute définition et un contraste élevé. Ils sont notamment utilisés dans le cadre du programme national de dépistage du cancer du sein.

Une nouvelle technique d'imagerie tridimensionnelle du sein dite « tomosynthèse », avec reconstruction en une série de coupes, se développe en Europe. Les évaluations de cette technique, en cours dans plusieurs États européens, devraient permettre d'en déterminer les avantages par rapport à la technique d'imagerie planaire traditionnelle. À ce jour, cette technique n'est pas reconnue pour être employée dans le cadre du dépistage organisé du cancer du sein.

La radiologie et la médecine nucléaire, qui utilisent des rayonnements ionisants, sont contrôlées par l'ASN. L'échographie et l'IRM n'utilisent pas de rayonnements ionisants.

• La scanographie

Les appareils de scanographie, appelés aussi tomodensitomètres (TDM), utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). S'appuyant sur un système informatique d'acquisition et de traitement d'images, ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multicoupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Un examen peut comporter plusieurs acquisitions hélicoïdales sur une même région anatomique (avec ou sans injection de produit de contraste) ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM), être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications⁸. La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage péroratoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir chapitre 1). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la

8. Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.

reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose.

• La téléradiologie

La téléradiologie offre la possibilité de conduire la réalisation et d'interpréter des examens de radiologie réalisés dans un site à distance. Les échanges doivent se réaliser dans la stricte application de la réglementation (notamment de radioprotection et de qualité de réalisation et de transfert des images) et de la déontologie.

Deux modes d'échanges sont principalement pratiqués :

- le télédiagnostic, qui permet à un médecin de proximité (ex. : médecin urgentiste), non radiologue, de réaliser l'examen puis de télétransmettre les images à un radiologue, en vue d'obtenir une interprétation. Le radiologue peut intervenir, le cas échéant au cours de l'examen, pour guider le manipulateur en électroradiologie dans la réalisation de l'examen et le recueil des images. Dans ce cas, le médecin de proximité est considéré comme le médecin réalisateur de l'acte et en assume la responsabilité ;
- la téléexpertise, qui est un échange d'avis entre deux radiologues, l'un demandant à l'autre « radiologue expert » à distance (téléradiologue) de confirmer ou d'infirmer un diagnostic, de déterminer une orientation thérapeutique ou encore de guider la réalisation de l'examen à distance. Les modes de transmission sont sécurisés et permettent le maintien du secret médical et de la qualité des images.

La téléradiologie met en œuvre des responsabilités multiples, qui doivent être précisées dans la convention qui lie le médecin réalisateur de l'acte au téléradiologue. L'acte de téléradiologie constitue un acte médical à part entière comme tous les autres actes d'imagerie et ne se résume pas à une simple interprétation à distance d'images. La téléradiologie s'inscrit donc dans l'organisation générale des soins encadrée par le code de la santé publique et obéit aux règles de déontologie en vigueur ([Charte de téléradiologie](#)).

6.1.2 _ Le radiodiagnostic dentaire

• La radiographie intra-orale

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est

dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

• La radiographie panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

• La tomographie volumique à faisceau conique

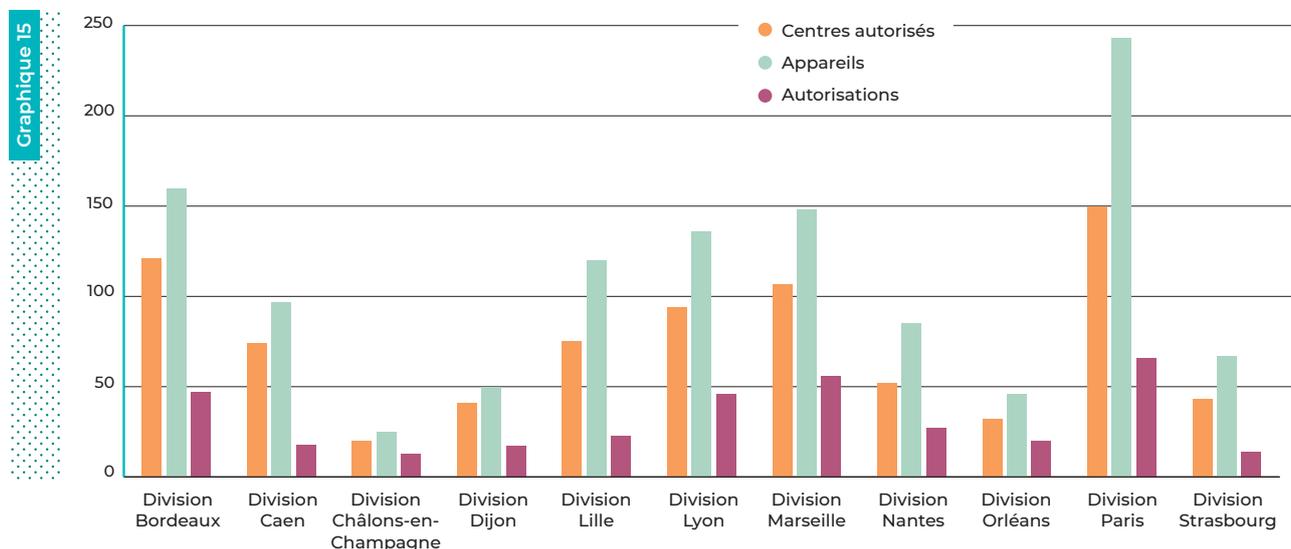
Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle.

• Les appareils électriques portables générateurs de rayons X

L'ASN et la Commission radioprotection dentaire ont publié une [note d'information](#) en mai 2016 rappelant les règles liées à la détention et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X. « L'exécution d'exams radiologiques en dehors d'une salle aménagée, à cet effet, doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs ».

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection (HERCA, *Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur les terrains d'actions (HERCA, *Position Statement on use of handheld portable dental X-ray equipment*, juin 2014).

Répartition du nombre de scanners par zone géographique couverte par l'ASN ainsi que du nombre d'autorisations instruites en 2018



Un ESR à caractère inhabituel en scanographie

Cet ESR concerne une femme enceinte nécessitant un examen de scanographie dans un contexte d'urgence. Cette femme et son fœtus ont été exposés accidentellement à une dose de rayonnement très supérieure à celle habituellement délivrée pour ce type d'examen par l'utilisation inappropriée d'un bouton de commande du scanner. L'utilisation de cette commande n'avait entraîné aucun signal d'alerte et le manipulateur n'avait pas d'accès immédiat à l'information relative à la dose totale délivrée.

À la suite de cet ESR, qui a également donné lieu à une déclaration de matériovigilance auprès de l'ANSM, l'ASN a décidé de mettre en place un groupe national de retour d'expérience (REX) pour les ESR en imagerie médicale composé d'experts des sociétés savantes et de représentants des institutions. Dans ce cadre, une fiche technique opérationnelle sur l'utilisation du bouton de commande du scanner a été diffusée auprès des centres disposant de ce modèle d'équipement. Au regard du nombre important de scanners de ce type installés en France et à l'étranger, l'ASN a publié et traduit en anglais ses recommandations techniques et les a largement diffusées, en particulier *via* une réunion d'HERCA en septembre dernier, où cette démarche de REX vers les autorités européennes a reçu un accueil très favorable.

6.2 — Les règles techniques d'aménagement des installations de radiologie et de scanographie

• Les installations de radiologie

Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la nouvelle décision technique n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scanographie et la radiologie dentaire. Sont exclus cependant les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN est à établir par le responsable de l'activité nucléaire.

6.3 — Le parc de scanners

1 177 équipements sont détenus dans environ plus de 800 établissements environ et couverts par une autorisation de l'ASN. Le graphique 15 ci-contre présente la répartition des scanners par zone géographique couverte par les divisions territoriales de l'ASN ainsi que le nombre d'autorisations ou de mises à jour, instruites en 2018 (pour un total de 347).

Dans un [rapport](#) publié en septembre 2018, l'IRSN relève que :

- l'âge moyen du parc de scanners est de 3,6 ans, plus élevé dans le secteur public ;
- l'âge des scanners au moment de leur renouvellement est en moyenne de 6,1 ans, plus élevé dans le secteur public ;
- 83% des 41 scanners de plus de 10 ans sont implantés dans les établissements publics.

6.4 — L'état de la radioprotection en scanographie

En 2018, 26 inspections ont été réalisées par les divisions territoriales de l'ASN. Les conclusions de ces inspections rejoignent les constats des années précédentes.

6.5 — Les événements déclarés en radiologie conventionnelle

Quatre-vingt-deux événements significatifs en radioprotection ont été déclarés à l'ASN en radiologie conventionnelle en 2018. Ils concernent majoritairement des femmes ignorant leur grossesse (59, soit 72% des ESR).

En scanographie, 171 événements significatifs en radioprotection ont été déclarés à l'ASN en 2018. Ils concernent principalement des femmes ignorant leur grossesse (105), des défaillances (erreur d'identité de patients, de protocoles...) dans les pratiques (52) ainsi que des situations d'exposition de travailleurs (11).

SYNTHÈSE

En expansion, les examens diagnostiques faisant appel à un appareil de scanographie contribuent à des doses collectives importantes, l'imagerie médicale étant la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. La justification médicale de ces actes reste encore insuffisamment opérationnelle, du fait d'une formation très insuffisante des médecins demandeurs, voire du manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie). L'ASN a publié en juillet 2018 un [deuxième plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale](#). Ce plan vise à renforcer la mise en œuvre de la justification des actes et de l'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients.

7 — Les irradiateurs de produits sanguins

7.1 — Description

L'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 grays.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration à l'ASN depuis 2015. En 2018, le parc d'irradiateurs comprenait 29 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

7.2 — Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction...). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, doit être limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

Les irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doivent être aménagés dans des locaux conformes aux dispositions de la nouvelle décision technique n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2.

8 — Synthèse et perspectives

En 2018, l'ASN considère que l'état de la radioprotection dans le domaine médical est resté stable, aucune défaillance particulière n'a été détectée dans les domaines de la radioprotection des travailleurs, des patients de la population et de l'environnement. Néanmoins, des progrès sont encore nécessaires, par exemple, pour mieux anticiper l'arrivée de nouveaux équipements, voire de nouvelles technologies et de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques, mais aussi pour améliorer le niveau de culture de radioprotection chez des utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants. Tel est le cas des chirurgiens, appelés de plus en plus à réaliser des actes radioguidés dans les blocs opératoires.

L'année 2019 devrait être marquée par la mise à jour progressive du cadre réglementaire concernant la radioprotection des patients, avec les publications de plusieurs décisions de l'ASN, en particulier celles concernant l'assurance de la qualité en imagerie médicale, la qualification des médecins utilisant les rayonnements ionisants et la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques.

L'ASN va poursuivre le développement de son programme d'inspection, en priorité dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire et des pratiques interventionnelles radioguidées. La préparation en 2019 du nouveau régime d'enregistrement applicable aux pratiques interventionnelles radioguidées à enjeu, en lieu et place du régime de déclaration existant, s'inscrit dans la perspective de renforcer le contrôle dans ce secteur.

L'ASN prévoit également d'engager la mise à jour de la doctrine concernant le déversement des radionucléides artificiels dans les réseaux publics d'assainissement, puis d'examiner les évolutions nécessaires, sur le plan de la gestion des effluents contaminés, pour accompagner le développement annoncé des traitements du cancer fondés sur l'administration de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques.

Pour l'imagerie, la mise au point d'une échelle de communication applicable aux événements significatifs de radioprotection, à l'instar de celle existant depuis 2008 en radiothérapie (échelle ASN-SFRO), et la mise en place d'un comité national de retour d'expérience pour étudier ces événements sont également programmées pour 2019.

En radiothérapie, l'ASN sera particulièrement attentive au déploiement des audits cliniques annoncés par les professionnels. Les travaux permettant de mieux anticiper et maîtriser les changements organisationnels et techniques seront repris en 2019, avec des centres de radiothérapie volontaires, et le concours des professionnels, des fédérations hospitalières et des institutions sanitaires.

Enfin, le nouveau comité d'analyse des nouvelles pratiques ou techniques utilisant des rayonnements ionisants sera mis en place en 2019. Il sera composé de membres provenant de sociétés savantes et associations professionnelles intervenant en radiothérapie et en imagerie médicale.

ZONE
SURVEILLÉE



ACCÈS RÉGLEMENTÉ

Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

- 1 Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants** _____ 232
 - 1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées
 - 1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques
 - 1.1.2 L'activation neutronique
 - 1.1.3 Les autres applications courantes
 - 1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées
 - 1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
 - 1.3.1 Les principales applications industrielles
 - 1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire
 - 1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
- 2 L'encadrement des activités industrielles, de recherche et vétérinaires** _____ 236
 - 2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants
 - 2.2 Les activités non justifiées ou interdites
 - 2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction
 - 2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes
- 2.3 Les évolutions réglementaires**
 - 2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants
 - 2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance
- 2.4 Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires**
 - 2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales
 - 2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables
 - 2.4.3 Les statistiques de l'année 2018
- 3 L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire** _____ 243
 - 3.1 La radiographie industrielle
 - 3.1.1 Les équipements utilisés
 - 3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle
 - 3.2 Les irradiateurs industriels
 - 3.2.1 Les équipements utilisés
 - 3.2.2 L'état de la radioprotection
 - 3.3 Les accélérateurs de particules
 - 3.3.1 Les équipements utilisés
 - 3.3.2 L'état de la radioprotection
 - 3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées
 - 3.4.1 Les équipements utilisés
 - 3.4.2 L'état de la radioprotection
- 4 Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN** _____ 251
 - 4.1 Les enjeux
 - 4.2 Les cyclotrons
 - 4.3 Les autres fournisseurs de sources
- 5 Conclusion et perspectives** _____ 254

Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la réglementation relative à la radioprotection est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la gestion des sources, souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires inscrit dans le code de la santé publique et le code du travail conduit à un renforcement du principe de justification, la prise en compte des radionucléides naturels, la mise en

œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs et la mise en place de mesures de protection des sources contre les actes de malveillance. Ces évolutions vont commencer à apporter des modifications substantielles dans le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires dès janvier 2019 qui vont se poursuivre de manière progressive dans les années à venir.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

1 — Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

1.1 — Les utilisations des sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

1.1.1 — Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels (kBq) et quelques gigabecquerels (GBq).

Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources de carbone-14 (d'une activité de 3,5 mégabecquerels – MBq) ou

de prométhéum-147 (d'une activité 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;

- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 GBq ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme...). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 MBq) ;
- mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq) ;
- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces

appareils fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium ;

- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.

1.1.2 _ L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, l'article R. 1333-2 du code de la santé publique interdit l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation (voir point 2.2.1).

1.1.3 _ Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

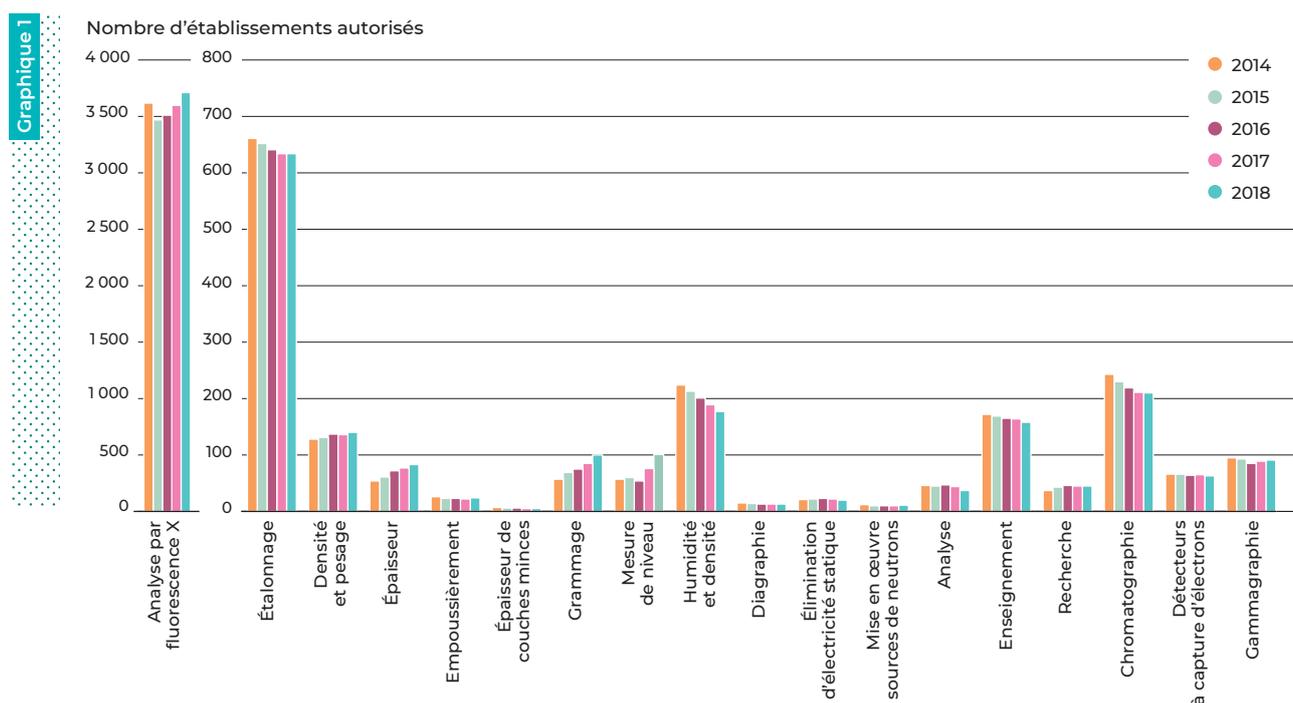
- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2.1) ;
- la gammagraphie qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3.1) ;
- l'élimination de l'électricité statique ;

- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements) ;
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité ;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques ;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques ;
- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1^{er} janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Le graphique 1 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Il illustre la diversité de ces applications et leur évolution sur ces cinq dernières années.

Il convient de noter qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 et dans les diagrammes suivants.

Utilisation des sources radioactives scellées



1.2 — Les utilisations des sources radioactives non scellées

Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottement, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2018 est de 724.

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans les applications recensées ces cinq dernières années.

1.3 — Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

1.3.1 — Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du contrôle non destructif, où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

Le graphique 3 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Il illustre la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie, pour des analyses structurales non

destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallométrie...), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur...), pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

• Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspections et de filtrages des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments...

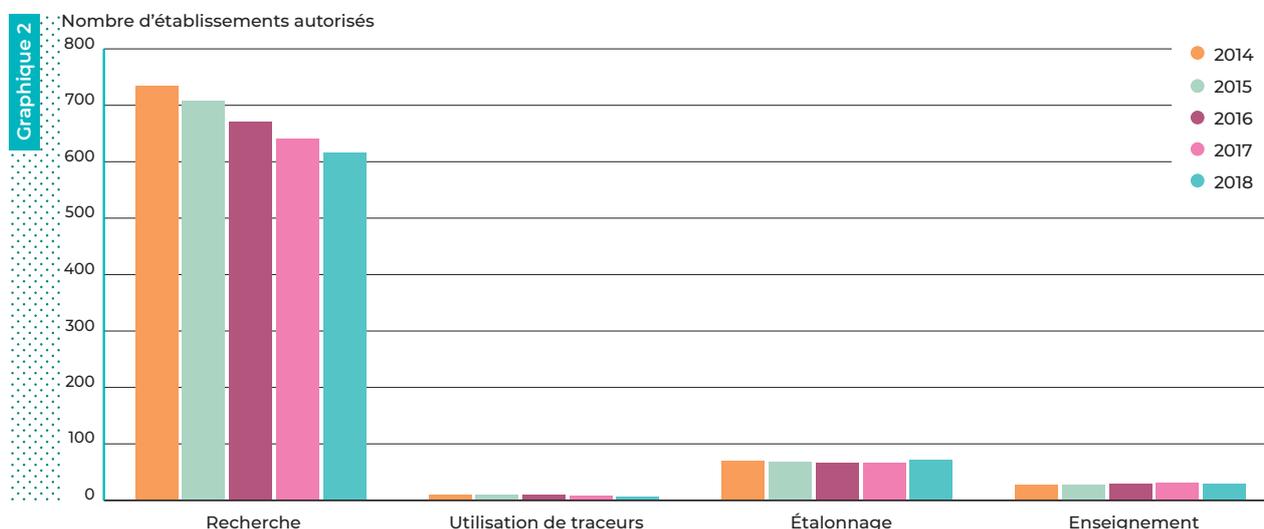
Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

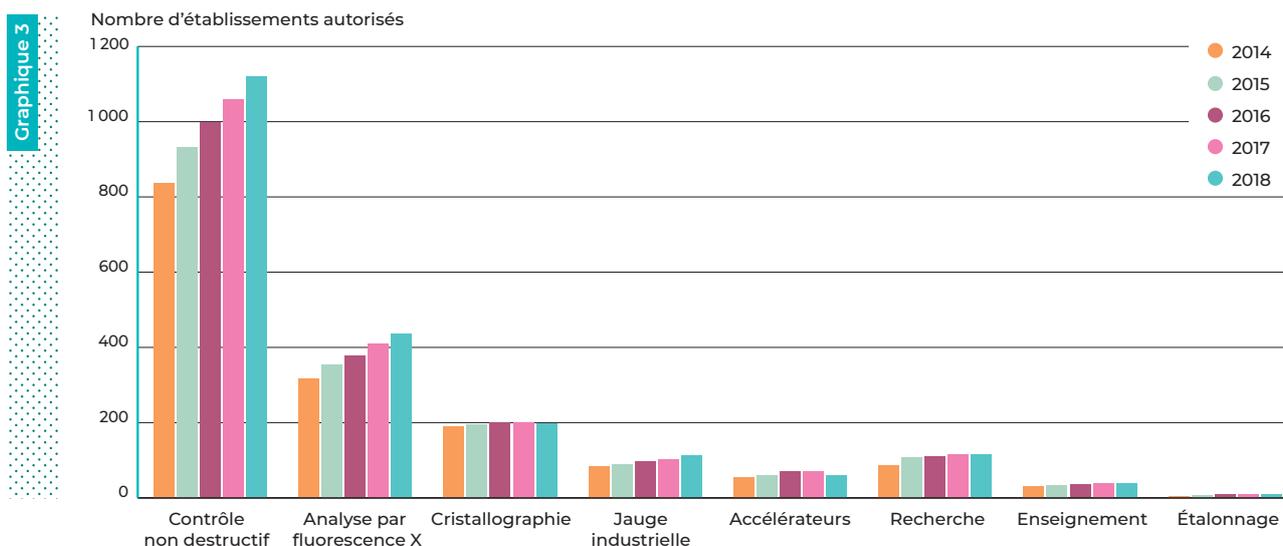
• Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité est interdite en France (en application de l'[article L. 1333-18 du code de la santé publique](#)). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

Utilisation des sources radioactives non scellées



Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants (hors secteur vétérinaire)



• Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

• L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre...) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

• L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

• La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité...

• Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.1.

1.3.2 _ Le radiodiagnostic vétérinaire

La profession compte environ 16 000 praticiens vétérinaires et 14 000 employés non vétérinaires. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- 90% des 5 793 structures françaises sont équipées d'au moins un appareil ;

- une cinquantaine de scanners sont utilisés dans les applications vétérinaires à ce jour ;
- d'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiethérapie ainsi que la radiothérapie externe.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur. Cette activité présente des enjeux significatifs de radioprotection pour les vétérinaires et les lads.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'ASN a introduit un régime de déclaration en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4) avec plus de 90% des établissements déclarés ou autorisés.

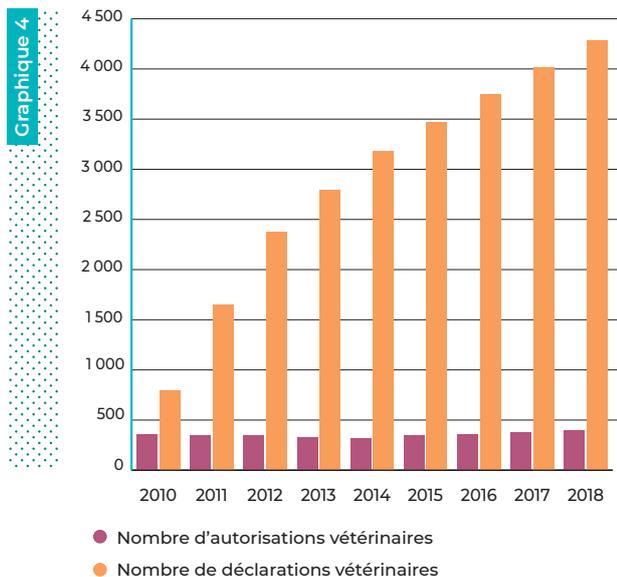
Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2018, l'ASN dénombre près de 4 681 structures déclarées ou autorisées sur environ 5 000 structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment par rapport aux personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions. Les inspections réalisées par l'ASN sur ces structures vétérinaires ont permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN reste vigilante lors de l'instruction des demandes d'autorisation et des inspections :

- le suivi des travailleurs par dosimétrie opérationnelle et les contrôles internes de radioprotection ;

Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires



- la mise en place du zonage radiologique;
- la nécessité de renforcer la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent aux diagnostics radiologiques.

Les activités de radiologie conventionnelle réalisées sur des animaux de compagnie (activités dites « canines ») comportent de plus faibles enjeux de radioprotection mais représentent un nombre très important d'établissements. Dans le cadre de sa démarche graduée, qui consiste à adapter les modalités de contrôle aux enjeux de radioprotection, l'ASN a mené en 2015 et 2016 une campagne de contrôle expérimentale qui faisait appel à des modes de contrôle dématérialisés. La campagne a eu lieu dans sept départements (Aisne, Allier, Aube, Cantal, Haute-Loire, Pas-de-Calais et Puy-de-Dôme) et a concerné 463 établissements vétérinaires. Cette expérimentation, menée en étroite collaboration avec le Conseil supérieur de l'ordre vétérinaire, est jugée positivement par l'ASN qui étudiera l'opportunité de reconduire ce type de contrôle dans d'autres domaines.

2 — L'encadrement des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

2.1 — Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, délivrera les décisions d'enregistrement et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées et/ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier (son article L.162-1) ou, pour les sources radioactives non scellées, détenues, fabriquées et/ou utilisées dans les Installations

Au cours de cette campagne, l'ASN n'a pas relevé de lacunes majeures, sauf exception, et estime que l'organisation de la radioprotection dans les structures canines est globalement satisfaisante. Cette organisation mériterait cependant d'être renforcée sur les points suivants :

- les contrôles externes de radioprotection et le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion ;
- la vérification de la conformité des locaux de radiologie ;
- la fréquence d'intervention de certaines personnes compétentes en radioprotection (PCR) externes.

Par ailleurs, lors de ses différentes actions de contrôle, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation et ont relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de PCR internes dans la plupart des structures ;
- le suivi des travailleurs par dosimétrie passive ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation des conditions de réalisation des diagnostics menée dans presque toutes les structures réalisant des radiodiagnostic sur les grands animaux.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui participe régulièrement à des rencontres avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire) en collaboration avec la Direction générale du travail.

1.3.3 — Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation et de déclaration fixés à l'[article R. 1333-106 du code de la santé publique](#).

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implanteurs d'ions, les appareils à souder à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des [articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement](#), qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est en charge de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;

- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) est en charge de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du régime des INB. L'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime.

La détention et l'utilisation des autres sources détenues sur le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de l'[article R. 1333-118 du code de la santé publique](#).

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du [décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014](#) modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de substances radioactives se trouvent désormais réglementés par l'ASN, au titre du code de la santé publique. Les prescriptions applicables pour ces installations sont donc désormais celles du code de la santé publique. Cependant, l'article 4 du décret précité prévoit que l'autorisation ou la déclaration délivrée au titre de la rubrique 1715 continue à valoir autorisation ou déclaration au titre du code de la santé publique jusqu'à l'obtention d'une nouvelle autorisation au titre du code de la santé publique ou, à défaut, pour une durée maximale de cinq ans, soit, au plus tard, jusqu'au 4 septembre 2019. Tout changement ayant trait à l'autorisation doit préalablement faire l'objet, selon le cas, d'une information de l'ASN ou d'une nouvelle demande d'autorisation.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée ou gérant des déchets radioactifs en quantité supérieure à 10 m³ pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN au titre du code de la santé publique.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue à l'[article L. 1333-1 et suivants du code de la défense](#). L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

2.2 – Les activités non justifiées ou interdites

2.2.1 – L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment « *qu'est interdit tout ajout de radionucléides [...] dans les biens de consommation et les produits de construction* » (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée) ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. L'article R. 1333-4 du même code prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique.

L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité. Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs

cimenteries ([arrêté du 18 novembre 2011](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2011-AV-0105 de l'ASN du 11 janvier 2011](#) et [avis n° 2011-AV-0124 de l'ASN du 7 juillet 2011](#)). Puis, il a été utilisé en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85, thorium-232 ou tritium) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses comme dans les lieux publics ou les environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules ([arrêté du 12 décembre 2014](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

Un refus de dérogation a également été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres ([arrêté du 12 décembre 2014](#), [avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site Internet du [Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire](#).

En 2017, la dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique a été renouvelée pour dix ans pour deux cimenteries, la troisième cimenterie visée par l'arrêté initial de 2011 ayant fermé ([arrêté du 19 avril 2017](#) des ministres chargés respectivement de la santé et de la construction, [avis n° 2017-AV-0292 de l'ASN du 7 mars 2017](#)). En 2018, deux nouveaux dossiers de demande de dérogation (une cimenterie et la société réalisant les travaux du tunnel Lyon-Turin) ont été déposés auprès du ministre chargé de l'environnement, qui a ensuite sollicité l'avis de l'ASN (instructions en cours).

2.2.2 – L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou au regard d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

• Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives sont utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238, radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes se sont progressivement développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les sept millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur 300 000 sites doivent être progressivement remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#) et les 2 décisions de l'ASN [n° 2011-DC-0252](#) et [n° 2011-DC-0253](#) du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire vise à :

- planifier sur dix ans les opérations de retrait;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Sept ans après la mise en œuvre du nouveau dispositif réglementaire pour les activités de dépose et de maintenance des détecteurs de fumée ioniques, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2018, 350 récépissés de déclaration et sept autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 107 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation (DFCI) et de maintenance des systèmes de sécurité incendie. De plus, cinq entreprises sont autorisées à effectuer des opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, garantissant ainsi une filière d'élimination pour tous les détecteurs existants.

En ce qui concerne le suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité. Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association QUALDION, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées QUALDION est disponible sur la [page Internet de l'association](#). Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires...).

• Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition et/ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national

et leur entreposage sur des sites identifiés. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive, avec un calendrier sur huit ans.

• Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE ([arrêté du 15 janvier 2008](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministre de la Défense ([arrêté du 1^{er} octobre 2007](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN souhaite cependant le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8, R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain vis-à-vis des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées avec des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

L'Andra estime à 40 000 le nombre de paratonnerres radioactifs qui ont été installés en France. Près de 10 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose et d'une reprise par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 450 par an.

Des informations complémentaires sur les paratonnerres radioactifs sont disponibles sur [andra.fr](#) et sur le site de l'association INAPARAD.

2.3 – Les évolutions réglementaires

2.3.1 – Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs de générateurs électriques de rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces générateurs, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la [décision n° 2017-DC-0591](#) de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayonnements X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2017. Elle remplace la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigences supplémentaires pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X, la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience et fixe les objectifs à atteindre en termes de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage CE obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le retour d'expérience montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le CEA et l'IRSN, des projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception des appareils électriques générant des rayonnements X ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite en 2015. L'analyse des différentes contributions est en cours, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives.

2.3.2 – La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'actes malveillants, elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a publié dans ce domaine un code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives, approuvé en 2003. Dès l'année suivante, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait en vue de l'application des orientations énoncées dans ce code.

• L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

Le contrôle des sources à des fins de radioprotection et de sûreté et celui à des fins de lutte contre la malveillance présentent de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont ainsi chargés de contrôler ces deux domaines.

En France, la protection contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires mises en œuvre dans certains points d'importance vitale est pilotée par les services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie (ministère de la Transition écologique et solidaire).

Les récentes évolutions réglementaires ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance (ci-après appelée « contrôle de la sécurité des sources ») qui tient compte des dispositifs de contrôle préexistants en confiant :

- aux services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie le contrôle de la sécurité des sources dans les installations dont la sécurité relève déjà de leur contrôle ;

- au ministère de la Défense le contrôle des sources dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN le contrôle de la sécurité des sources détenues par les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à l'[Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) puis au [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes répartissent les compétences de contrôle dans les diverses installations, en incluant la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux que doivent prendre en compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

• Les sources et installations concernées

Le contrôle de la sécurité des sources (lutte contre la malveillance) porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants. Des prescriptions réglementaires complémentaires sont cependant prises pour renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux de sécurité : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B et C au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources / lots de sources de catégorie A que de catégorie C. Les sources ne relevant pas des catégories A, B et C sont classées en catégorie D.

On dénombre, dans le secteur civil, environ 4 918 sources présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 250 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins d'irradiation industrielle, de téléthérapie, de curiethérapie et de radiographie industrielle. Ces dernières, du fait de leur utilisation fréquente sur chantiers, présentent des enjeux particuliers de sécurité lors de leur transport.

Comme indiqué précédemment, le contrôle de la sécurité de ces sources est essentiellement assuré par l'ASN.

Du fait de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions de sécurité renforcées.

• Repérage des conditions de sécurité des sources scellées de haute activité

L'ASN a réalisé pendant cinq ans des actions de repérage de l'état des lieux en matière de sécurité des sources scellées de haute activité ou de sources présentant des enjeux de sécurité équivalents. Ce repérage a conduit à la réalisation d'environ 350 visites. La quasi-totalité des exploitants détenant des sources scellées de catégorie A, B et C, qui sont dorénavant contrôlés par l'ASN au titre de la protection des sources contre les actes de malveillance, ont donc fait l'objet d'une telle visite.

La synthèse des informations collectées pendant ces visites a notamment permis d'alimenter les travaux d'élaboration des futures prescriptions réglementaires pilotés par le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie afin d'appréhender l'impact de ces futures prescriptions (voir point suivant).

Catégorisation des sources radioactives

Les sources radioactives ont été classées dès 2011 par l'AIEA, sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe du code de la santé publique modifié par le [décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

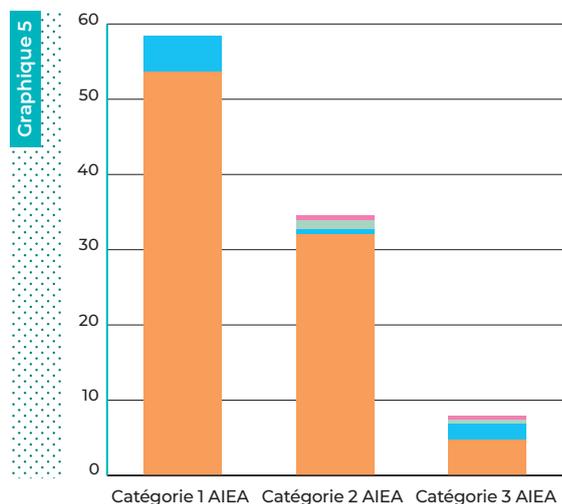
• Les travaux réglementaires

Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) ([décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et les lots de sources radioactives (R. 1333-14) ;
- la déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactive de catégorie A, B ou C (R. 1333-22) ;
- la transmission sous pli séparé spécialement identifié des éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130) ;
- les autorisations nominatives et écrites à délivrer aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur la protection contre les actes de malveillance de telles sources ou lots de sources (R. 1333-148).

Le groupe de travail piloté par le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'environnement auquel contribue l'ASN a poursuivi en 2018 ses travaux d'élaboration d'un arrêté ministériel visant à fixer des prescriptions techniques et organisationnelles que les responsables d'activités nucléaires devront mettre en œuvre pour protéger leurs sources contre des actes de malveillance. Cet arrêté, dont la publication est prévue en 2019, entrera en vigueur de manière progressive. Les prescriptions visent notamment, sur la base d'une approche graduée basée sur les catégories A, B, C et D, à la mise en place d'une organisation interne en matière de sécurité, à limiter l'accès aux sources à des personnes dûment autorisées, à interposer une ou plusieurs barrières de protection physique entre les sources et les personnes non autorisées à y accéder, à rendre obligatoires des dispositifs de détection des intrusions ou à assurer le suivi de ces sources. Il couvrira les installations et les transports. Des industriels et parties prenantes ont été conviés à participer à une partie de ces travaux pour faire part de leurs remarques et observations sur les orientations proposées. Ils seront consultés sur le projet retenu.

Répartition du contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance



- Ministère de la Défense
- HFDS (Haut fonctionnaire de défense et de sécurité)
- ASN
- ASN et HFDS

Les sources de catégorie A du code de la santé publique (CSP) sont les sources de catégorie 1 AIEA.

Les sources de catégorie B du CSP sont :
 – les sources de catégorie 2 AIEA, et
 – les sources de catégorie 3 AIEA contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Les sources de catégorie C du CSP sont les sources de catégorie 3 AIEA non contenues dans un dispositif mobile ou portable.

2.4 – Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires

2.4.1 – La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des trois grands principes de la radioprotection inscrits dans le code de la santé publique ([article L. 1333-2](#)) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du préjudice sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les cinq ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à réduire au minimum l'exposition des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

2.4.2 – Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les divisions territoriales de l'ASN, alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la Direction du transport et des sources (DTS). L'entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « régime d'enregistrement ». L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre commence au 1^{er} janvier 2019, avec l'entrée en vigueur de la décision permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation (voir point « régime de déclaration »).

• Le régime d'autorisation

Les activités du nucléaire de proximité se distinguent par leur grande hétérogénéité et le nombre important d'exploitants concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières, destinées à en limiter les effets, étudiées et prévues. Dans le cadre de cette démarche, l'ASN a élaboré des formulaires de demande d'autorisation adaptés à chaque activité et disponibles sur [asn.fr](#).

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la [décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010](#) doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement 5 ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

• Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois différents régimes administratifs introduit par le décret susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Groupe de réflexion international sur les technologies alternatives

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des enjeux de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du Sommet mondial sur la sécurité nucléaire à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 États et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (États-Unis), d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience de l'intérêt de telles alternatives et de partager le retour

d'expérience de chaque État en la matière. L'ASN y a notamment présenté les opérations menées par l'Établissement français du sang pour remplacer, en application du principe de justification, ses irradiateurs utilisant des sources radioactives par des irradiateurs électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également permis à la Confédération française pour les essais non destructifs de présenter l'avancement de ses travaux en matière de substitution de la gammagraphie par d'autres technologies de contrôles non destructifs.

Les réunions du groupe de réflexion se sont poursuivies en 2018. D'autres exploitants étrangers ont pu faire part de leur expérience, notamment l'utilisation d'irradiateurs électriques émettant des rayons X pour des activités de recherche. Ces réunions permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies qui devront faire l'objet de réflexions additionnelles et travaux complémentaires.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et rappelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement. Le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration, a, depuis avril 2018, la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le [portail «téléservices» de l'ASN](#).

Par la [décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018](#) homologuée le 21 novembre 2018 (voir fiche « Actualités réglementaires » page 22), l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif devrait concerner environ 6000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation.

2.4.3 _ Les statistiques de l'année 2018

• Les fournisseurs

Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir chapitre 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2018, 81 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 43 inspections réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

• Les utilisateurs

Le cas des sources radioactives

En 2018, l'ASN a instruit et notifié 256 autorisations nouvelles, 907 renouvellements ou mises à jour et 176 annulations d'autorisation. Le graphique 6 présente les autorisations délivrées ou annulées en 2018 et l'évolution de ces données ces cinq dernières années.

Une fois l'autorisation obtenue, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant à l'institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément aux autorisations délivrées à l'utilisateur et à son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré).

Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants

L'ASN a en charge le contrôle de ces appareils depuis 2002 où de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2018, 150 autorisations et 289 renouvellements d'autorisation pour l'utilisation de générateurs électriques de rayonnements X. L'ASN a également délivré en 2018 435 récépissés de déclaration pour des appareils électriques de rayonnements ionisants.

Au total, 2333 autorisations et 5005 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis 2002. Le graphique 7 illustre cette évolution de ces dernières années.

Le suivi des sources radioactives

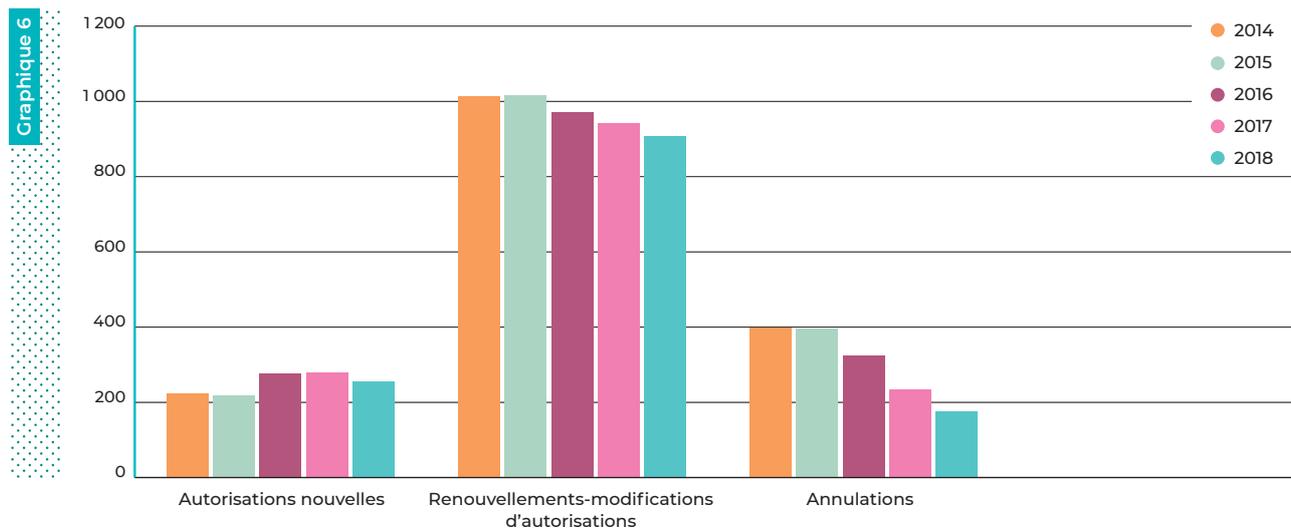
Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157 l'enregistrement préalable par l'IRSN des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et dans son article R. 1333-158 le suivi de ces radionucléides.

La [décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN](#) du 8 septembre 2015 relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

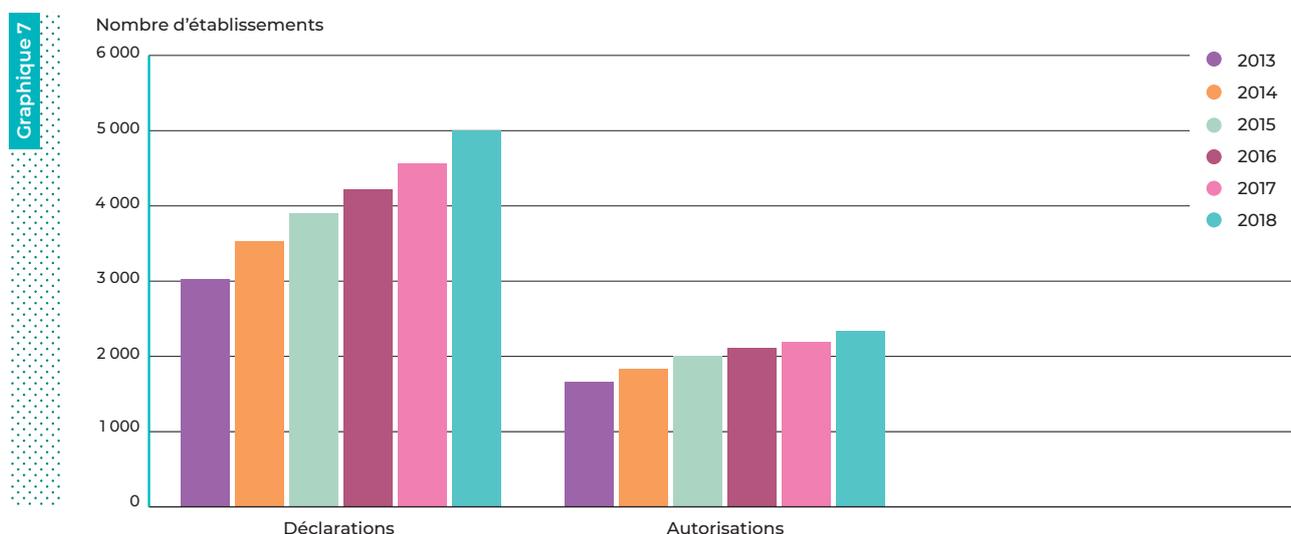
Cette décision, applicable depuis le 1^{er} janvier 2016, prend en compte le fonctionnement existant et le complète notamment sur les points suivants en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci ;
- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption ;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même ;
- imposant que chaque source soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

Autorisations « utilisateur » de sources radioactives délivrées chaque année



Autorisations et déclarations « utilisateur » d'appareils électriques générant des rayonnements



3 — L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

3.1 — La radiographie industrielle

3.1.1 Les équipements utilisés

• La gammagraphie

La gammagraphie est une méthode de contrôle non destructif qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans des matériaux, notamment les cordons de soudure. Elle consiste à obtenir une radiographie sur un support argentique ou numérique en utilisant les rayonnements gamma émis par une source radioactive et traversant l'objet à contrôler.

Elle est fréquemment employée dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement, lors d'opérations de fabrication ou de maintenance.

Les appareils de gammagraphie contiennent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une

vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre. Il se compose principalement :

- d'un projecteur de source, qui sert de conteneur de stockage et assure une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;
- d'une gaine d'éjection destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et d'une télécommande permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors de l'appareil, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à un mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation,

de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, ces activités de gammagraphie sont fréquemment menées sur des chantiers ou installations dans des conditions difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigu). À ce titre, c'est une activité à enjeu fort de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

• **La radiographie industrielle par rayons X**

Elle sert à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux.

Ce sont des appareils fixes ou de chantier utilisant des faisceaux directionnels ou panoramiques, qui se substituent aux appareils de gammagraphie lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent.

Ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

3.1.2 — L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle

Les activités de radiologie industrielle sont des activités à forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN avec une moyenne de 100 inspections par an réalisées dans ce domaine (hors inspections menées sur cette thématique en INB).

Les inspecteurs de l'ASN effectuent leurs contrôles en observant les pratiques du terrain ; la moitié des inspections de ce domaine est menée de manière inopinée sur des chantiers qui se déroulent généralement de nuit (En 2018, 54 inspections ont eu lieu en agences et 52 en condition de chantiers).

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN note que la quasi-totalité des exploitants

concernés utilisent couramment ce système pour déclarer les chantiers. Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :

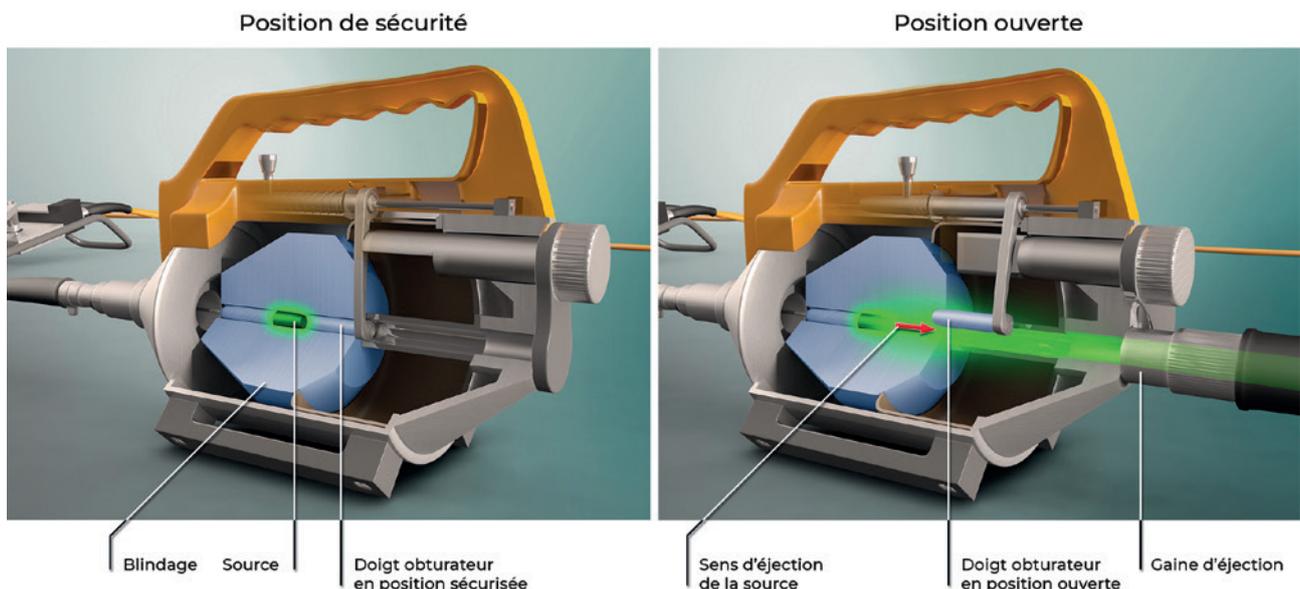
- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneur d'ordre) ;
- l'exhaustivité de déclaration des chantiers.

Au travers de ses inspections, l'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises. Les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable.

La gammagraphie au sélénium-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 en gammagraphie présente des avantages notables en termes de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts (mSv) par heure et par TBq à un mètre de la source en sélénium-75, contre 130 mSv/h/TBq pour l'iridium-192. En France, environ 19% des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Bien qu'en constante augmentation depuis 2014, l'ASN juge son utilisation encore trop peu privilégiée par les acteurs industriels. Pourtant, son utilisation est possible en remplacement de l'iridium-192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres de sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident.

Schéma de principe de fonctionnement d'un gammagraphe



L'ASN constate que les entreprises respectent les obligations réglementaires relatives au conseiller en radioprotection (seulement 6% des exploitants n'en disposaient pas lors des inspections de 2018) ainsi qu'à la fréquence des vérifications réalisées par un organisme compétent en radioprotection ou l'IRSN (moins de 10% d'écarts relevés). Les inspecteurs ont également relevé que le suivi dosimétrique des travailleurs était correctement réalisé.

À l'inverse, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. Ainsi le balisage n'était pas conforme à la réglementation dans plus d'une inspection sur quatre réalisées en conditions de chantier en 2018.

L'ASN rappelle que le balisage doit être posé avant le début du chantier et donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie. Pour s'assurer que le balisage respecte les valeurs réglementaires de débit de dose, il est indispensable qu'au moins une mesure soit effectuée et que son résultat soit enregistré. Le balisage doit être continu et des

signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Le zonage constitue en effet la principale barrière de sécurité en configuration de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles.

L'ASN a également relevé que les lacunes observées en matière de formation à la radioprotection des travailleurs pouvaient être une des causes probables des écarts relevés. La formation à la radioprotection doit en effet être dispensée avant que les travailleurs ne soient susceptibles d'être exposés et régulièrement renouvelée (et au minimum tous les trois ans) en prenant en compte l'ensemble des spécificités de l'entreprise (organisation de la radioprotection, mesures de protection contre les actes de malveillance, procédures et consignes de sécurité, outils de protection collectifs et individuels...). Or il a été constaté un défaut dans l'organisation des formations pour les nouveaux arrivants au cours d'une inspection sur trois en 2018.

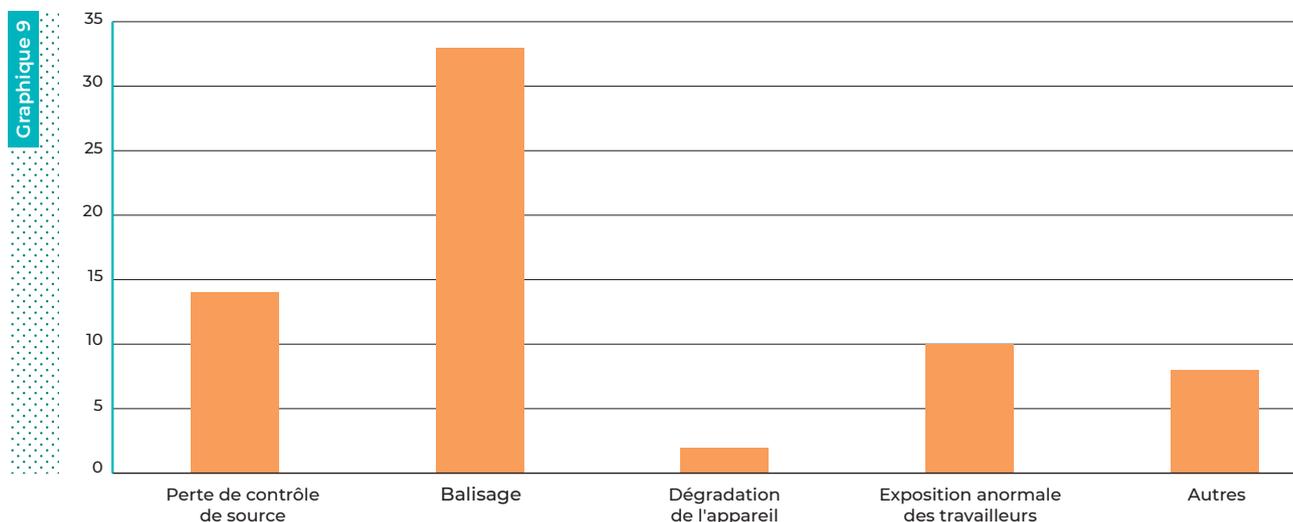
Pour l'application des principes de justification et d'optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de guides ayant

Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle



Nota : les 24 événements de 2018 ont fait l'objet de 25 déclarations auprès de l'ASN. Un événement a fait l'objet d'une double déclaration par le donneur d'ordre et par l'entreprise de radiographie industrielle.

Principales causes des événements déclarés en radiographie industrielle à l'ASN sur la période 2016-2018



Gammagraphie : des accidents graves à l'étranger

Les accidents en gammagraphie en France restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979 où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 GBq. Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont eu des effets déterministes majeurs.

Parmi les exemples récents dont l'ASN a eu connaissance :

- en 2016, en Turquie, après l'utilisation d'un appareil de gammagraphie, il semble que les opérateurs n'aient pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité. Un adolescent de 16 ans a trouvé la source le lendemain du contrôle et l'a conservée jusqu'à son domicile, où plusieurs personnes ont indiqué l'avoir manipulée. Au total, 20 personnes auraient été exposées, la personne la plus exposée aurait reçu 1 gray (Gy). L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES;
- en 2015, en Iran, deux opérateurs ont été exposés à des doses efficaces respectives de 1,6 et 3,4 Gy. La source du gammagraphe (iridium-192 de 1,3 TBq) s'est décrochée et est restée bloquée dans la gaine d'éjection sans qu'ils s'en aperçoivent. Les opérateurs ont ensuite passé la nuit dans leur véhicule à proximité de la gaine d'éjection et de la source;
- en 2014, au Pérou, un employé a été exposé à 500 mSv (corps entier) et 25 Gy sur la hanche gauche en déplaçant une gaine d'éjection et un collimateur sans s'être aperçu que la source était décrochée du câble de télécommande et était restée dans le collimateur (iridium-192, 1,2 TBq, 30 minutes d'exposition);
- en 2013, en Allemagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à plus de 75 mSv (corps entier) et 10 à 30 Gy aux extrémités (mains) en essayant de débloquer une source dans une gaine d'éjection;
- en 2012, un employé péruvien a été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, à la suite d'une exposition de 1 à 2 Gy (corps entier) et 35 Gy à la main (70 Gy au bout des doigts) après avoir manipulé à mains nues une gaine d'éjection sans s'assurer de la position de la source;
- en 2011, cinq travailleurs bulgares ont été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, pour mise en œuvre de traitements lourds à la suite d'irradiations de l'ordre de 2 à 3 Gy dues à une erreur de manipulation d'un appareil de gammagraphie qu'ils pensaient déchargé de sa source;
- en 2011, aux États-Unis, un apprenti radiologue a décroché la gaine d'éjection et s'est aperçu que la source dépassait du projecteur. Il a essayé de repousser la source dans l'appareil avec son doigt. L'estimation de la dose reçue aux extrémités est de 38 Gy.

pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

L'ASN estime que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle. Au travers des inspections 2018, l'ASN a noté que la rédaction des plans de prévention avec les entreprises utilisatrices devait être améliorée. Cette lacune démontre que la préparation des chantiers n'est pas toujours à la hauteur des enjeux de l'activité. La sensibilisation de l'ensemble des acteurs est donc une priorité d'action. Les démarches régionales visant à établir des chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle, mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux anciennes régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Haute-Normandie, Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d'échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un intérêt croissant.

D'après l'enquête menée par l'ASN dans le secteur, 70 % des agences de radiographie industrielle disposent d'une installation fixe spécialisée (casemate) et 70 % des agences travaillent également en configuration de chantier. Cinquante pour cent des tirs réalisés en radiographie industrielle sont effectués en configuration de chantier. Dans cette configuration, les gammagraphes à l'iridium-192 sont les plus utilisés puisqu'ils concernent les deux tiers des chantiers. Les

générateurs de rayons X sont utilisés principalement sur les autres chantiers. Peu de tirs sont menés hors casemate avec des accélérateurs de particules, ou des gammagraphes au cobalt-60 ou au sélénium-75. Les lieux de chantier sont principalement les ateliers et procédés industriels ainsi que les INB.

La part importante de tirs réalisés en configuration de chantier au sein d'ateliers industriels suggère une application perfectible du principe de justification, car, dans de nombreux cas, les pièces auraient vraisemblablement pu être transportées et contrôlées en casemate sécurisée.

Depuis les incidents notables survenus au début des années 2010 concernant des blocages de sources de gammagraphie industrielle, une réflexion a été menée avec les parties prenantes et l'IRSN pour définir, à partir du retour d'expérience, des scénarios types de perte de contrôle de sources, élaborer des solutions techniques de récupération et définir les bonnes pratiques en cas d'incident de perte de contrôle. Des solutions techniques génériques permettant de faciliter la récupération des sources de gammagraphie dont le contrôle aurait été perdu (voir encadré page 247) ont été identifiées. Plusieurs outils spécifiques ont été conçus et mis en œuvre par le fournisseur à cette fin.

En 2018, il est à noter que, pour la première fois, aucun incident n'a été classé au niveau 1 ou supérieur de l'échelle INES. Un nombre relativement important d'événements est toujours lié à la perte de contrôle de la source lors de l'utilisation d'un gammagraphe. Cependant, ces événements ont été correctement diagnostiqués par les opérateurs, et les acteurs concernés n'ont pas entrepris des manipulations inappropriées ou interdites. Les opérations de mise en sécurité ont ainsi été mieux maîtrisées et aucun sur-incident n'a été observé.

Les causes de ces événements n'ont pas encore été toutes identifiées. On peut toutefois souligner que les conditions d'opération sur chantier (accès difficile, travail en hauteur, travail

La perte de contrôle de la source en gammagraphie

La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif consistant à positionner une source radioactive à proximité de l'élément à contrôler, de façon à obtenir un film radiographique permettant ensuite, par lecture du film, un contrôle de qualité de la pièce.

La perte de contrôle de la source est l'une des principales causes d'accidents dans ce domaine. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine du blocage est souvent liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de la gaine ;
- le porte-source contenant le radionucléide n'est plus solidaire de la télécommande. Le câble reliant source et télécommande n'est pas correctement raccordé et la source ne peut plus être manœuvrée.

En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées, notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de blocage de sources.

Illustration concrète d'une perte de contrôle de source lors d'un chantier de gammagraphie sur la plateforme chimique SOBEGI à Lacq (64)

Au début de la nuit du 26 juillet 2018, un incident de blocage de source de gammagraphie a eu lieu sur la plateforme chimique SOBEGI à Lacq (64). Le tir radiographique était réalisé par la société TENEO, avec un gammagraphe de type GAM80, chargé avec une source de

sélénium-75 de 2,247 TBq. La source de sélénium est restée bloquée à quelques centimètres du projecteur, à 4 m de hauteur sur un échafaudage situé en extérieur. Le blocage a été correctement identifié par l'opérateur. L'entreprise détentrice de l'appareil a immédiatement mis en place un nouveau balisage et a alerté les responsables de la sécurité du site. L'équipe d'astreinte de l'ASN a été contactée au cours de la nuit du 26 au 27 juillet *via* le numéro vert d'appel d'urgence prévu à cet effet.

La disposition du gammagraphe, en hauteur et en extérieur sur une plateforme étroite, a rendu difficiles les opérations de mise en sécurité. Deux protocoles d'intervention ont ainsi été nécessaires et successivement mis au point par ACTEMIUM (fabricant de l'appareil) en collaboration avec TENEO (entreprise utilisatrice), puis autorisés par l'ASN.

Le périmètre de sécurité mis en place a été surveillé et gardienné en permanence pendant toute la durée de l'événement, soit pendant 17 jours. La surface occupée par ce périmètre a gêné le déroulement de chantiers programmés par l'exploitant de la plateforme. Une organisation dédiée à cet événement a donc été mise en place et la division de Bordeaux de l'ASN a organisé des audioconférences régulières avec l'ensemble des acteurs. Des inspecteurs de l'ASN se sont par ailleurs rendus sur le site en inspection inopinée, afin de vérifier la cohérence et la bonne surveillance du balisage.

Les doses reçues par l'ensemble des travailleurs concernés par cet événement ont été correctement maîtrisées, la dose collective restant inférieure à 500 homme.μSv.

L'expertise *in situ* du matériel a montré que le blocage était lié à la présence d'un caillou dans la gaine de la télécommande, au niveau du raccord entre le porte-source et le câble de la télécommande.

08

nocturne...) et l'entretien du matériel (projecteurs et accessoires) sont des facteurs qui ont contribué au blocage de la source dans au moins deux événements survenus en 2018.

3.2 – Les irradiateurs industriels

3.2.1 – Les équipements utilisés

L'irradiation industrielle est employée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également un moyen utilisé afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux, par exemple pour le durcissement des polymères.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement).

Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l'activité peut être très importante et dépasser 250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées installations nucléaires de base (INB) (voir chapitre 12). Dans de nombreux secteurs, l'utilisation de sources scellées de haute activité pour l'irradiation de produits est progressivement remplacée par l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

3.2.2 – L'état de la radioprotection

Hors INB, l'ASN a effectué cinq inspections dans ce secteur en 2018 sur 16 installations autorisées. Il ressort de ces contrôles que l'organisation de la radioprotection (notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection) et le zonage mis en place chez les exploitants inspectés sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n'ayant été constaté. Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation. Par ailleurs, aucun événement significatif de radioprotection n'a été déclaré en 2018.

3.3 – Les accélérateurs de particules

3.3.1 – Les équipements utilisés

Un accélérateur de particules est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 mégaelectronvolt (MeV).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'article 3 du [décret n° 2007-830 du 11 mai 2007](#) relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend en France environ 60 installations recensées (hors cyclotrons – voir point 4.2 - et hors INB), comptant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisées dans des domaines très divers, tels que :

- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur...);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- ...

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie) à Gif-sur-Yvette.

Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

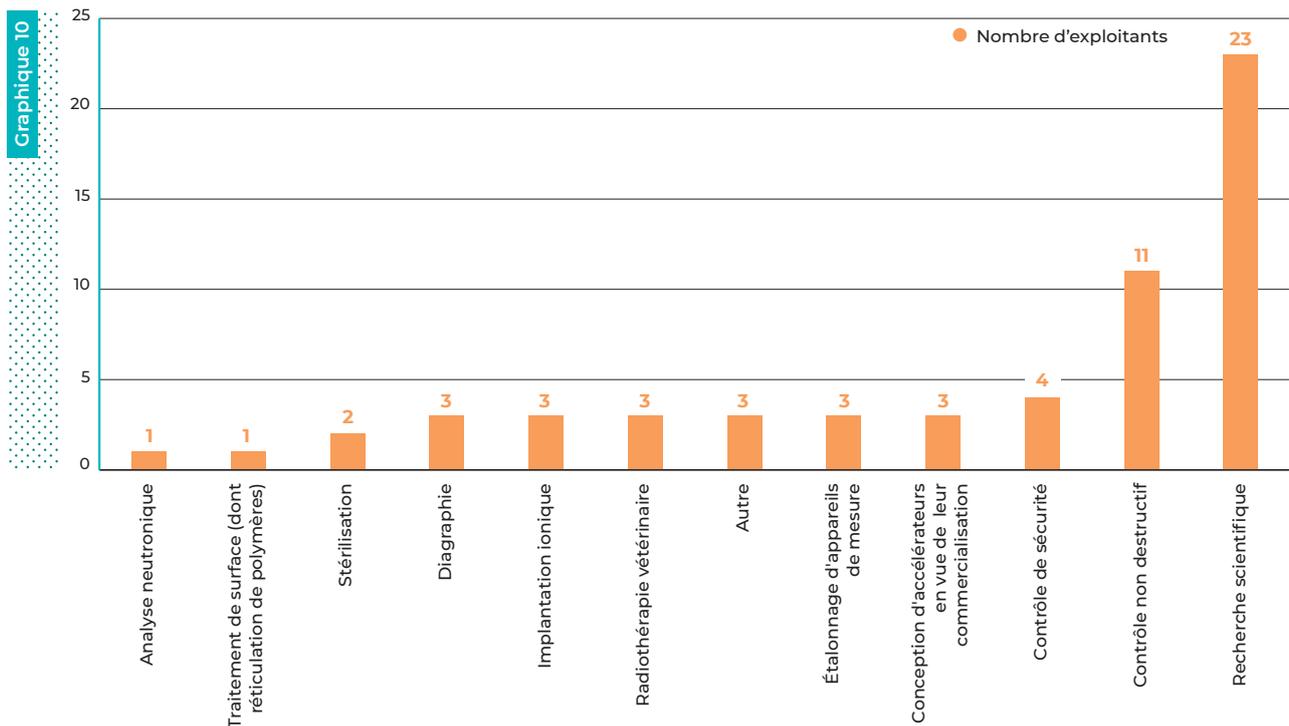
- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mis en œuvre exclue tout risque d'activation des matières contrôlées;

Les synchrotrons

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes : le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les « lignes de lumière », et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de migrants clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

Répartition des accélérateurs de particules par finalités d'utilisation



3.3.2 – L'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées. En 2018, l'ASN a mis en place des indicateurs d'inspections spécifiques aux accélérateurs de particules, qui permettent désormais de mieux évaluer, à l'échelle nationale, sur la base de critères communs, l'état de la radioprotection dans ce secteur d'activité.

En 2018, 12 établissements équipés de ces appareils ont été contrôlés par l'ASN (soit 20% du parc national).

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, formation, vérifications techniques et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, les inspections réalisées en 2018 ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante :

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques externes ainsi que le traitement formalisé des non-conformités, qui peuvent être décelées à cette occasion;
- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules.

Enfin, en ce qui concerne le retour d'expérience, aucun événement significatif de radioprotection n'a été déclaré à l'ASN en 2018, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. En effet, lors de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (par exemple la diffusion de messages d'information en plusieurs langues) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Cependant, malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des

événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules contrôlés. Néanmoins, cette exposition, bien que non justifiée, demeure très faible, avec des doses efficaces engagées de l'ordre de quelques μSv .

3.4 – Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées

3.4.1 – Les équipements utilisés

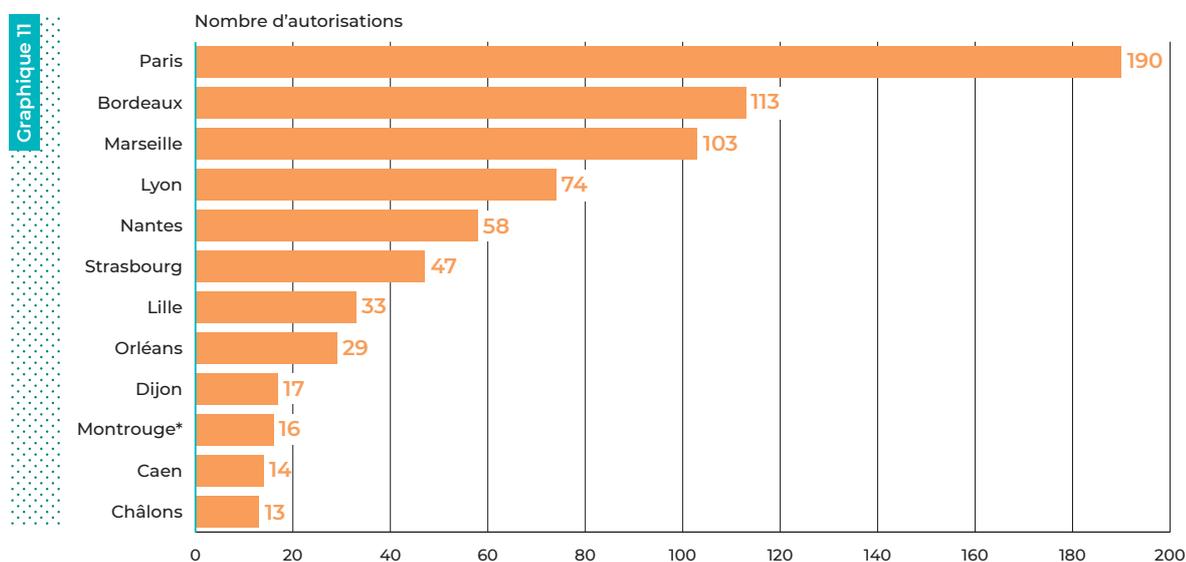
Dans le secteur de la recherche, l'ASN dénombre, au 31 décembre 2018, plus de 700 autorisations délivrées au titre du code de la santé publique, dont 90% délivrées à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux... Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

3.4.2 – L'état de la radioprotection

En 2018, l'ASN a procédé à 53 inspections dans ce secteur (46 inspections réalisées par an en moyenne sur la période 2016-2018). De manière générale, il ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection.

Les améliorations les plus marquantes concernent les conditions d'entreposage des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination. Ce sujet reste toutefois encore un point de vigilance de l'ASN, notamment au vu de la déclaration de plusieurs événements significatifs pour la radioprotection (ESR) en 2018 (voir graphique 12).

Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans le domaine de la recherche



* La Direction du transport et des sources instruit les activités de recherche lorsqu'elles sont liées à des fournisseurs de sources de rayonnements ionisants.

Les activités de recherche

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux... Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium-3, carbone-14...). Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60...) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

L'ASN a aussi constaté une grande implication des conseillers en radioprotection (CRP) en interaction avec les équipes de recherche, permettant ainsi une meilleure prise en compte de la radioprotection, lors des manipulations mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants.

L'ASN a identifié des axes de progrès, notamment en ce qui concerne le classement des personnes travaillant sous rayonnements ionisants qui est en général surévalué par les employeurs, et l'absence de mise en place systématique de systèmes d'enregistrements des ESR. Ce dernier point fera l'objet d'une attention particulière de l'ASN lors des prochaines inspections des centres de recherche.

Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées sont toujours relevées par les exploitants malgré l'entrée en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2015 du [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) relatif à la gestion des sources radioactives scellées usagées. En effet, ce texte, qui a pour objectif de faciliter l'élimination

des sources scellées, ouvre la possibilité aux détenteurs de sources de rechercher différentes filières d'élimination auprès des fournisseurs de sources ou de l'Andra, sans imposer la restitution de la source au fournisseur d'origine.

L'ASN poursuit sa collaboration avec l'Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR), compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. Une convention, signée en 2014, prévoit des informations réciproque, permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Une rencontre annuelle permet de faire le point sur le fonctionnement de cette collaboration. En 2018, la première inspection conjointe avec les inspecteurs de l'IGAENR a permis de confronter les pratiques d'inspection.

L'ASN note que l'enregistrement et l'analyse des événements pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants restent trop peu systématiques. Parmi les structures ayant fait l'objet d'une inspection, 35 % d'entre elles ne disposent pas d'un système d'enregistrement et d'analyse de ces événements. En 2018, l'ASN a enregistré 25 ESR concernant les activités de recherche, soit 10 de plus qu'en 2017.

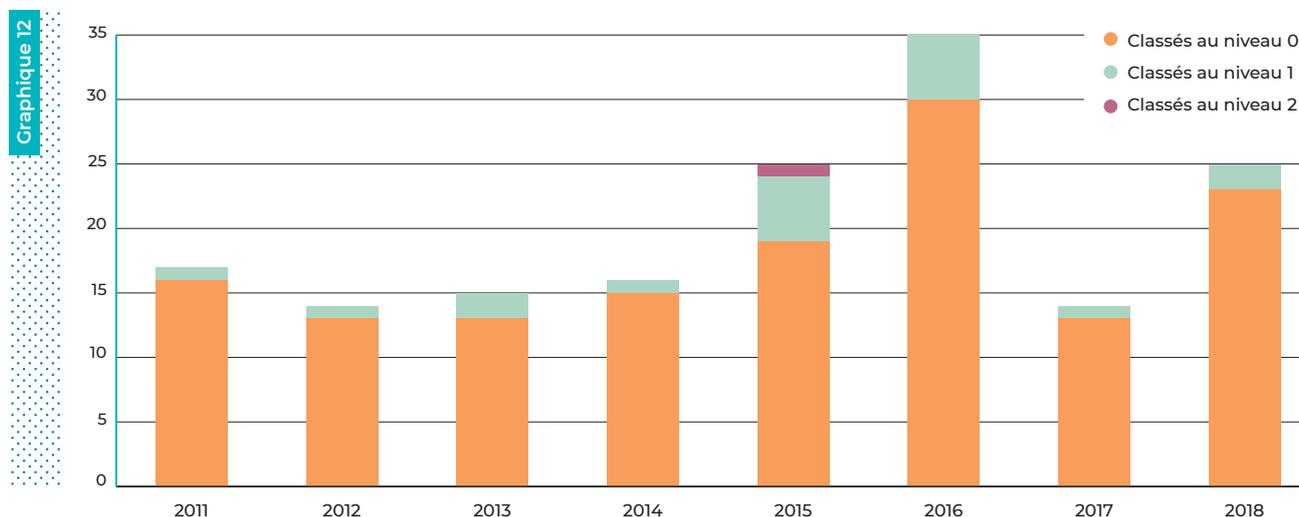
Les événements significatifs déclarés sont principalement de trois types :

- le vol ou la perte de sources radioactives (21 %) ;
- la découverte de sources (25 %) ;
- le rejet de radionucléides non autorisé dans l'environnement ou une évacuation des déchets vers une mauvaise filière (17 %).

La prédominance des deux premières causes d'ESR correspond aux constats déjà dressés sur la période 2014-2016. Les pertes et découvertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale : absence d'actions visant à leur élimination au moment de la cessation d'activités des laboratoires dans le passé, et/ou tenue irrégulière et non exhaustive des inventaires de sources.

Le rejet non autorisé de radionucléides dans l'environnement et l'évacuation de déchets vers une mauvaise filière sont liés à la forme des sources utilisées dans ce secteur, majoritairement des sources sous forme non scellée. Ces événements doivent faire l'objet d'une déclaration à l'ASN, y compris lorsque les déchets sont retrouvés et réorientés vers les filières appropriées.

Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche



4 — Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

4.1 — Les enjeux

Le contrôle par l'ASN des fournisseurs de sources de radionucléides ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées ou d'appareils en contenant et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). Il est répertorié environ 150 fournisseurs à enjeux et, parmi eux, 33 cyclotrons de basse et moyenne énergie sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique en France.

4.2 — Les cyclotrons

• Fonctionnement

Au 31 décembre 2018, 30 cyclotrons étaient en fonctionnement. Parmi ceux-ci, 17 sont utilisés exclusivement pour la production quotidienne de médicaments radiopharmaceutiques, 6 sont utilisés à des fins de recherche et 7 sont utilisés pour un usage mixte de production et de recherche.

• L'évaluation de la radioprotection dans le domaine des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010 ; chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sur ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier la norme NF M 62-105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 10648-2 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires »,

garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisés.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. Certains exploitants ont également mis en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement.

De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

L'ASN poursuit, avec l'IRSN, une étude engagée en 2016 sur les rejets gazeux émis dans l'environnement par ces installations. Les conclusions des premiers travaux, qui ont impliqué à la fois l'IRSN et les exploitants, ont permis d'établir en 2018 une doctrine en matière de rejets d'effluents gazeux dont les points saillants feront l'objet d'un projet de texte réglementaire (voir ci-dessous). Ces travaux se poursuivront, en 2019, par de nouvelles évaluations de l'impact de rejets des installations situées à proximité d'habitations.

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année. Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de

Les cyclotrons

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 MeV. Un cyclotron est composé de deux électroaimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

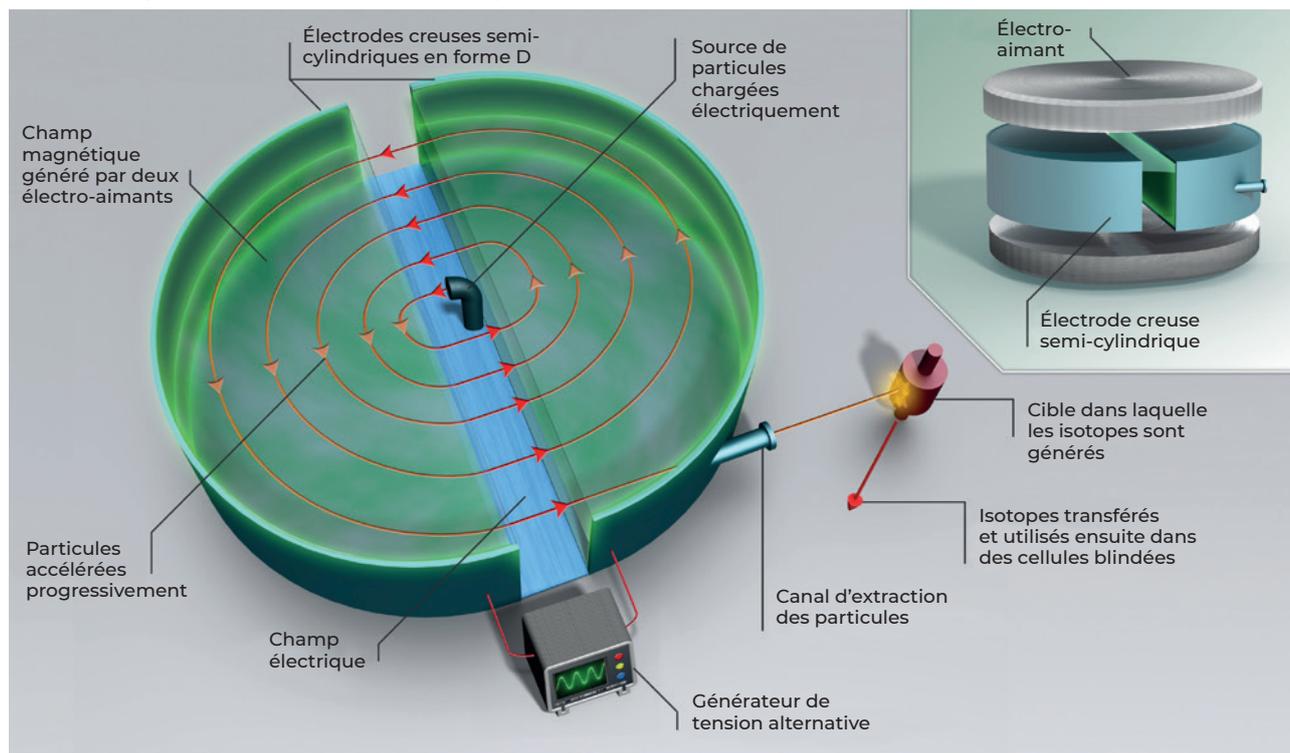
Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons, tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le ¹⁸F-FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament injectable fabriqué industriellement

et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que la ¹⁸F-Choline, le ¹⁸F-Na, la ¹⁸F-DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période très courte.

Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 GBq par tir de production. Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de GBq.

Schéma simplifié de fonctionnement d'un cyclotron



surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux. Ces établissements disposent d'une organisation de la radioprotection satisfaisante et d'une bonne connaissance de la réglementation. Des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants et sont suivis par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Aucun événement significatif concernant la radioprotection n'est à signaler pour l'année 2018.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le retour

d'expérience dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron. Ce projet de texte a fait l'objet d'une consultation des parties prenantes en 2016. Une nouvelle version a été élaborée en 2018, prenant en compte les observations reçues et incluant des chapitres supplémentaires sur la maîtrise et le suivi des rejets d'effluents gazeux. Cette seconde version fera, en 2019, l'objet d'une nouvelle consultation des parties prenantes. Les conclusions de ces premiers travaux sont cependant déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation et pour fixer les prescriptions individuelles des autorisations qui sont délivrées aux exploitants.

Un cyclotron en Guadeloupe

Il s'agit du premier cyclotron doté d'un TEPSCAN dans les Caraïbes.

Le 30 août 2017, après 11 mois d'instruction, l'ASN a délivré au Centre d'imagerie moléculaire de la Guadeloupe (CIMGUA) une autorisation de détenir et d'utiliser un cyclotron de 12 MeV (énergie finale des particules accélérées). Une caméra TEPSCAN également installée dans les locaux du CIMGUA permet la réalisation des examens médicaux de manière optimale, le radiopharmaceutique étant produit et disponible sur place (technologie *in situ*).

L'ASN a accompagné le CIMGUA dans ses démarches de demande d'autorisation et a suivi l'avancement du projet, de la phase d'instruction du dossier à la finalisation de la construction de l'installation. Des points réguliers ont eu lieu entre l'ASN, l'IRSN et le CIMGUA, notamment pour valider les solutions techniques proposées par l'exploitant.

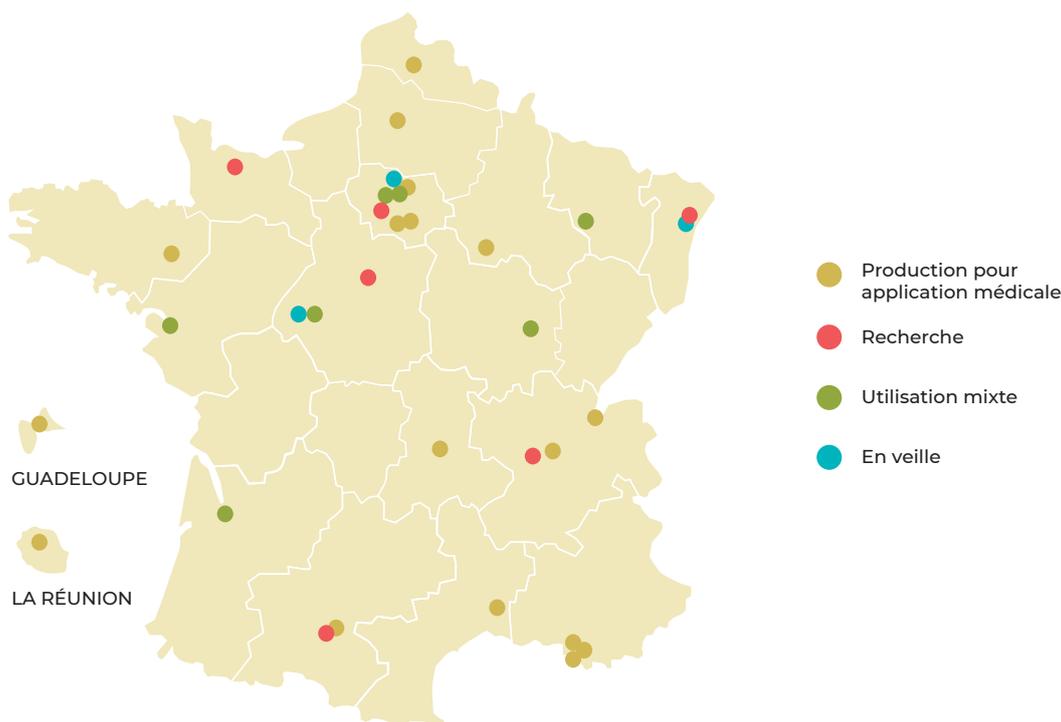
En effet, il s'agit de la première mise en œuvre de ce type de cyclotron, dont la principale caractéristique est la compacité, sur le territoire national.

Le CIMGUA a débuté la prise en charge des premiers patients le 19 juin 2018, après un contrôle sur place de l'ASN.



Le cyclotron ISOTRACE dans sa casemate

Implantation des cyclotrons en France



4.3 — Les autres fournisseurs de sources

• L'évaluation de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2018, 29 inspections de fournisseurs hors cyclotrons ont été réalisées, chez les fabricants/distributeurs de sources scellées ou non scellées, les établissements impliqués dans la dépose de DFCI, les sociétés assurant la récupération de paratonnerres et celles assurant la maintenance de générateurs X (bien que ne disposant pas encore d'autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant ainsi les opérations de maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant).

Ces inspections ont permis de contrôler environ un tiers des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liées aux responsabilités des fournisseurs des sources et de reprendre les sources scellées en fin de vie pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

L'état de la radioprotection dans ces établissements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui leur incombent (vérifications nécessaires à la distribution, vérifications techniques des sources distribuées, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, les inspections réalisées en 2018 ont également permis d'identifier des points de vigilance, parmi lesquels on peut notamment citer :

- la capacité des fournisseurs à suivre de manière complète et exhaustive les sources, depuis leur distribution jusqu'à leur reprise en fin de vie. En effet, le suivi est souvent incomplet et l'identification des sources qui sont ou vont être considérées comme périmées (10 ans à compter de la date du 1^{er} enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture) n'est pas suffisamment anticipée, ce qui ralentit la fluidité des reprises ;
- la capacité des fournisseurs à s'assurer, en amont, et notamment pour les sources non scellées, que la livraison d'une source n'induit pas de dépassement des limites de l'autorisation du client. Cet écart a par ailleurs fait l'objet de déclarations d'événements significatifs de radioprotection.

Il est à noter que les indicateurs nationaux déployés en 2018 auront été mis en œuvre sur près de la totalité du parc des fournisseurs de sources dits « à enjeux » (hors cyclotrons) à l'issue de l'exercice 2020, permettant ainsi de compléter le présent bilan.

5 — Conclusion et perspectives

• La mise en œuvre des nouveaux régimes administratifs encadrant les activités nucléaires

En 2018, dans l'objectif de son renforcement d'une approche graduée du contrôle, l'ASN a mis à jour la décision fixant la liste des activités nucléaires soumises à déclaration en élargissant ce régime, notamment à l'utilisation de certaines sources radioactives scellées, comme, par exemple, celles mises en œuvre dans l'activité de détection de plomb dans les peintures. Dans la continuité de cet objectif, l'ASN préparera en 2019 le projet de décision relative au régime administratif d'enregistrement, nouvellement applicable aux activités nucléaires et introduit par le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Elle s'appuiera sur la nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants qu'elle a préalablement établie. Cette décision définira notamment le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée, ainsi que les conditions d'exercice de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants.

• Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

Depuis 2017, l'ASN a été désignée en tant qu'autorité de contrôle des dispositions visant à la protection de la plupart des sources radioactives contre les actes de malveillance. La publication du décret précité a permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière : les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations sensibles. Ces dispositions feront l'objet de vérifications lors des inspections 2019 et devront être dorénavant documentées dans les dossiers de demande d'autorisation. Elles seront progressivement précisées, selon un calendrier fixé par les textes à venir. À cet effet, l'ASN poursuivra en 2019, avec ses partenaires institutionnels, la préparation de l'arrêté ministériel nécessaire à la mise en œuvre opérationnelle des dispositions de la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance et de leur contrôle.

L'ASN a par ailleurs continué les actions qu'elle a engagées pour anticiper la formation de ses agents et le développement d'outils adaptés pour une prise en charge efficace de cette nouvelle mission. Plusieurs sessions de formation ont déjà été organisées en 2017 et 2018. L'effort de formation se poursuivra en 2019. Par ailleurs, l'ASN adaptera les outils qu'elle utilise déjà pour assurer le contrôle de la radioprotection (dispositions relatives à la constitution des demandes d'autorisation, formulaires associés, publication de guides à destination des professionnels et des inspecteurs, dispositions relatives aux inspections et à la déclaration des actes de malveillance...) au fur et à mesure de l'entrée en vigueur effective des prescriptions ministérielles attendues en termes de lutte contre la malveillance. Elle veillera, en outre, à mener une communication ciblée et régulière à destination des responsables d'activité concernés.



Le transport de substances radioactives

- 1 Les flux de transport de substances radioactives** _____ 258
- 2 La réglementation encadrant les transports de substances radioactives** _____ 259
 - 2.1 Les risques associés aux transports de substances radioactives
 - 2.2 Le principe de défense en profondeur
 - 2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis
 - 2.3.1 Les colis exceptés
 - 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles
 - 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles
 - 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium
 - 2.3.5 Les colis de type C
 - 2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport
 - 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public
 - 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules
 - 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport
 - 2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence
 - 2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires
- 3 Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives** _____ 265
 - 3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection
 - 3.2 La protection contre les actes de malveillance
 - 3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses
- 4 L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives** _____ 266
 - 4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition
 - 4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis
 - 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages
 - 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages
 - 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément
 - 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis
 - 4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence
 - 4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport
 - 4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives
 - 4.3.1 Participation aux travaux de l'AIEA
 - 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale
 - 4.4 Contribuer à l'information du public
 - 4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports
 - 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports
 - 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

Le transport de substances radioactives

Le [transport de substances radioactives](#) constitue un secteur particulier du transport des marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du contrôle de la sûreté

du transport de substances radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une [réglementation internationale](#) exigeante.

1 — Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables...). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Les transports de substances radioactives se distinguent par leur grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus d'une centaine de tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques transports ont également lieu par voie ferrée, par mer et par air (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

Une majorité des colis transportés sont à destination de l'industrie, ou de la recherche, non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des sources radioactives qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut par exemple citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

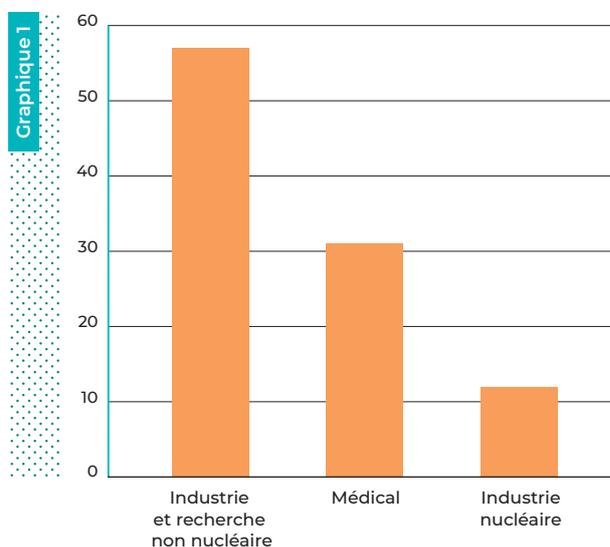
Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le secteur médical : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de deux heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la

continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées servant à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

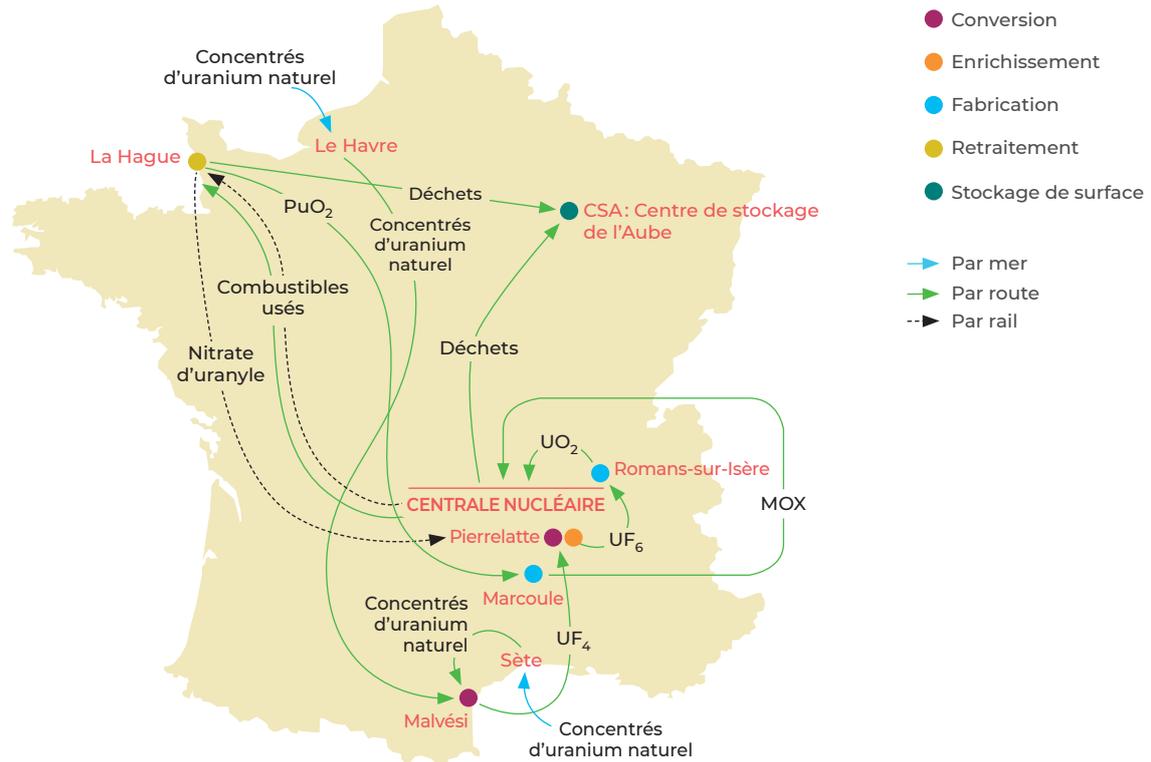
Enfin, 12% des colis transportés en France sont en lien avec l'industrie nucléaire. Cela représente environ 19 000 transports annuels, pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du cycle du combustible, du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du cycle, la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium (UF_6) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives du fluorure d'hydrogène formé par l' UF_6 au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement Orano de La Hague ;
- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de Melox, située dans le Gard ;

Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %



Transports associés au cycle du combustible en France



Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)

Tableau 1	ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
	Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1300	460	1900	0	0
	Nombre de transports	12500	1250	380	390	0	0	
Colis non soumis à agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47000	2900	6800	34500	5300	
	Nombre de transports	740 000	21000	530	910	80	5300	

- 250 transports d'hexafluorure d'uranium (UF₆) servant à la fabrication du combustible ;
- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « MOX » à base d'uranium et de plutonium ;
- 2000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées en 2011 auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base - INB, laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources...), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur asn.fr⁽¹⁾.

2 — La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la réglementation encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document « Specific Safety Requirements - 6 » (SSR-6), qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

2.1 — Les risques associés aux transports de substances radioactives

Les risques majeurs associés aux transports de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'irradiation externe de personnes dans le cas de la détérioration de la protection radiologique des colis (matériau

1. www.asn.fr/Informer/Actualites/Enquete-de-l-ASN-sur-les-flux-de-transport-de-substances-radioactives

- qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives);
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage;
- la contamination de l'environnement dans le cas de relâchement de substances radioactives;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de criticité) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Les substances radioactives peuvent par ailleurs présenter également un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l'hexafluorure d'uranium, utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

2.2 — Le principe de défense en profondeur

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la robustesse du colis, qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister;
- la fiabilité des opérations de transport, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis...;
- la gestion des situations d'urgence, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe par exemple par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

2.3 — Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves, qui simulent des incidents ou des accidents sévères, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l'hexafluorure d'uranium ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

2.3.1 — Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification. Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

2.3.2 — Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radioéléments à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 cm par heure pendant au moins une heure);
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 m);
- compression équivalente à 5 fois la masse du colis;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur de 1 m sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires en cas de contenu sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre

elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient gérables, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

2.3.3 _ Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les combustibles irradiés ou les déchets nucléaires vitrifiés de haute activité. Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont de plus conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant de ce fait conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 m de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 m peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 m, le colis arrive à environ 50 km/h sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse, car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;
- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 m de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800 °C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 m d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance à la pression, pour le cas où le colis tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 m d'eau pendant une heure.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu...).

Répartition des colis transportés par type

Tableau 2	TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
	Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l'UF ₆	
	Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32%
		Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8%
		Colis exceptés	58%

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique, ou pour évaluer le risque de criticité).

2.3.4 _ Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L'hexafluorure d'uranium, ou UF₆, est utilisé dans le cycle du combustible. C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l'UF₆ naturel (c'est-à-dire formé à partir d'uranium naturel), enrichi (c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235) et appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l'UF₆ présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d'UF₆. Ils doivent satisfaire aux prescriptions de la norme ISO 7195, qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800 °C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l'UF₆ enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L'UF₆ est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30B. Dans le cas de l'UF₆ enrichi, ce cylindre est transporté avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l'UF₆ doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

2.3.5 _ Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

2.4 — Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport

2.4.1 — La radioprotection des travailleurs et du public

La radioprotection des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives.

Le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être exposés à une dose supérieure à 1 millisievert (mSv) par an. Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les principes de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que l'intensité de rayonnement à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 mSv/h. Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive »⁽²⁾, car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, l'intensité de rayonnement ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieure à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres, une personne devrait séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA – *As Low as Reasonably Achievable*): par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des manutentionnaires pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an. Enfin, l'ensemble des acteurs du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a publié, le 29 mars 2018, le [guide n° 29](#) afin d'accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a d'ores et déjà prévu d'engager en 2019 une mise à jour de ce guide, afin de prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail et du code de la santé publique, qui seront prises dans le cadre de la transposition de la [directive 2013/59/Euratom](#) (dite directive « BSS »).

Prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants

L'instruction conjointe de l'ASN et du ministère du Travail n° [DGT/ASN/2018/229](#) du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants élargit le champ d'application de la notion de « zonage », qui vise à limiter l'exposition des travailleurs et du public, aux opérations d'acheminement de substances radioactives réalisées à l'intérieur d'un établissement, de ses dépendances ou chantiers. Ainsi, les phases de chargement ou de déchargement d'un colis sur un moyen de transport, de modification de convoi, de rupture de charge ou de stationnement intermédiaire qui ont lieu dans l'emprise d'un établissement ou de ses dépendances peuvent donner lieu à la mise en place d'une zone « surveillée » ou « contrôlée », selon les caractéristiques des colis transportés.

Elle continuera en 2019 ses actions de pédagogie à destination des professionnels, notamment en communiquant sur les évolutions réglementaires.

2.4.2 — La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types ; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 m du colis. Les travailleurs intervenant à proximité du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant « RADIOACTIVE ». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

2. L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.

2.4.3 _ Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi :

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF₆, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère);
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur;
- l'expéditeur est responsable de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur...), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter

un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport;

- le propriétaire des colis doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système d'assurance de la qualité, qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste par exemple à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués... Le système d'assurance de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

La réglementation prévoit de plus que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent se déclarer auprès de l'ASN.

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident. En 2018, 1388 notifications ont été adressées à l'ASN.

2.5 – La préparation à la gestion des situations d'urgence

La gestion des situations d'urgence est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple, activer le coupe-circuit si le véhicule en est équipé pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est

Identification du danger lors du transport routier

L'ASN a recommandé aux acteurs du transport routier, en janvier 2018, de renseigner le numéro ONU^(*) et, le cas échéant, le numéro d'identification du danger sur tous les panneaux orange d'une unité de transport si le chargement est radioactif et correspond à un seul numéro ONU, que le transport soit effectué ou non sous utilisation exclusive. Dans le cas où cette recommandation ne serait pas suivie, des dispositions alternatives, tenant compte des éventuelles contraintes liées à la sécurité, doivent être prises par le transporteur ou l'expéditeur. Ils doivent s'assurer que les premiers services de secours arrivant sur les lieux d'un accident puissent connaître rapidement le type de substances radioactives transportées, y compris dans le cas où le conducteur est dans l'incapacité de fournir des renseignements et où les documents de transport sont inaccessibles.

(*) Organisation des Nations unies.

précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence permettant de définir à l'avance une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques orange et les plaques-étiquettes ornées d'un trèfle, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone de 100 m de rayon autour du véhicule et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La gestion de l'accident est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations. Une fois son centre d'urgence national créé, l'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence.

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis...). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les Cellules mobiles d'intervention radiologique - CMIR) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire les cellules mobiles de certains exploitants nucléaires (comme le CEA ou EDF), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport, pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des exercices sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place. L'ASN continuera en 2019 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour en 2019 le guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations de transport pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet. Il permettra également de faire le lien avec les évaluations des conséquences d'une agression extrême sur un colis à enjeu, réalisées dans le cadre de la démarche des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS) engagée à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima (Japon) le 11 mars 2011. En effet, afin de tirer les leçons de cet accident,

Modification de l'« arrêté TMD » : plan de gestion des incidents ou accidents

L'arrêté dit « arrêté TMD » du 29 mai 2009 a été modifié par [arrêté du 11 décembre 2018](#) afin, notamment, de préciser le contenu du plan de gestion des incidents et accidents de transport de matières radioactives. Ainsi, ce plan doit décrire en particulier :

- l'organisation interne de l'entreprise pour gérer une situation d'incident ou d'accident ;
- les modalités de détection d'un incident ou accident, les critères de déclenchement du plan de gestion et les modalités d'alerte et d'information des services de secours ou des autorités compétentes ;
- les moyens techniques et humains envisagés, pouvant contribuer à la gestion d'un incident ou accident ;
- le maintien opérationnel du plan de gestion, dont notamment la formation des intervenants du transport à l'urgence et les exercices ou mises en situation.

l'ASN a demandé aux exploitants d'installations nucléaires de base d'engager des ECS pour examiner la sûreté des installations en cas d'accident de faible probabilité mais pouvant avoir des conséquences importantes sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques et la protection de l'environnement. Or, les transports de substances radioactives se déroulant sur les voies de circulation publiques, la possibilité d'un accident d'une intensité supérieure aux exigences réglementaires de conception d'un colis ne peut pas être exclue. Pour les colis transportant les contenus les plus dangereux, les conséquences sur les intérêts précités pourraient être importantes.

• Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;
- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le grément des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN créés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire (MARN), un document destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

2.6 — La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique.

Depuis le 1^{er} juillet 2013, ces opérations de transport sont soumises aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB. Les opérations de transport interne de marchandises dangereuses présentent les mêmes risques et

inconvenients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Leur sûreté doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre d'une INB.

L'ASN a publié en 2017 le [guide n° 34](#) fournissant aux exploitants des recommandations pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne. L'ASN a également autorisé en 2018 les nouvelles règles générales de transport interne de marchandises dangereuses se déroulant dans les installations du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Notant que certains exploitants d'INB n'ont pas encore intégré les opérations de transport interne dans leurs règles générales d'exploitation, l'ASN va poursuivre en 2019 son action vis-à-vis de ces exploitants.

3 — Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

3.1 — Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis, conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception...

3.2 — La protection contre les actes de malveillance

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'article R*. 1411-11-19 du code de la défense), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT), placé au sein de l'IRSN, est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'[arrêté du 18 août 2010](#) relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires en cours de transport. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'arrêté du 18 août 2010 précité.

En 2019, l'ASN prévoit d'actualiser sa [décision n° 2015-DC-0503](#) du 12 mars 2015 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette actualisation vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus actives, au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sûreté et de sécurité. L'ASN veillera à la bonne interface entre les dispositions issues de la future réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance et de la réglementation transport.

3.3 — Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport des marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voie routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (la Commission interministérielle du transport de matières dangereuses - CITMD), appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer, par route et par voie de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées. L'ASN interviendra en 2019 dans le cadre de la formation des inspecteurs de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) en charge du contrôle du transport aérien de marchandises dangereuses, afin de leur présenter les spécificités de la classe 7 ainsi que le retour d'expérience des inspections de l'ASN sur ces thèmes.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

4 — L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

4.1 — Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kg d' UF_6 , doivent disposer d'un agrément de l'ASN pour pouvoir être transportés. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit complétée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du [groupe permanent d'experts pour les transports](#) (GPT). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur [asn.fr](#). Le GPT s'est ainsi réuni le 8 novembre 2018 pour examiner la sûreté du nouveau modèle de colis DN 30, développé par la société DAHER NUCLEAR TECHNOLOGIES GmbH pour le transport de l'hexafluorure d'uranium (UF_6), enrichi jusqu'à 5% en ^{235}U , provenant d'uranium naturel ou d'uranium de retraitement, entre les usines d'enrichissement de l'uranium et les usines de fabrication de combustible nucléaire. Le DN 30 est une nouvelle coque contenant un cylindre 30B rempli d' UF_6 enrichi, qui apporte une protection mécanique et thermique lors des épreuves réglementaires. Du fait de sa conception, le DN 30 améliore significativement la sûreté par rapport aux coques entourant les cylindres 30B présentes sur le marché depuis des décennies.

Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité

(protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

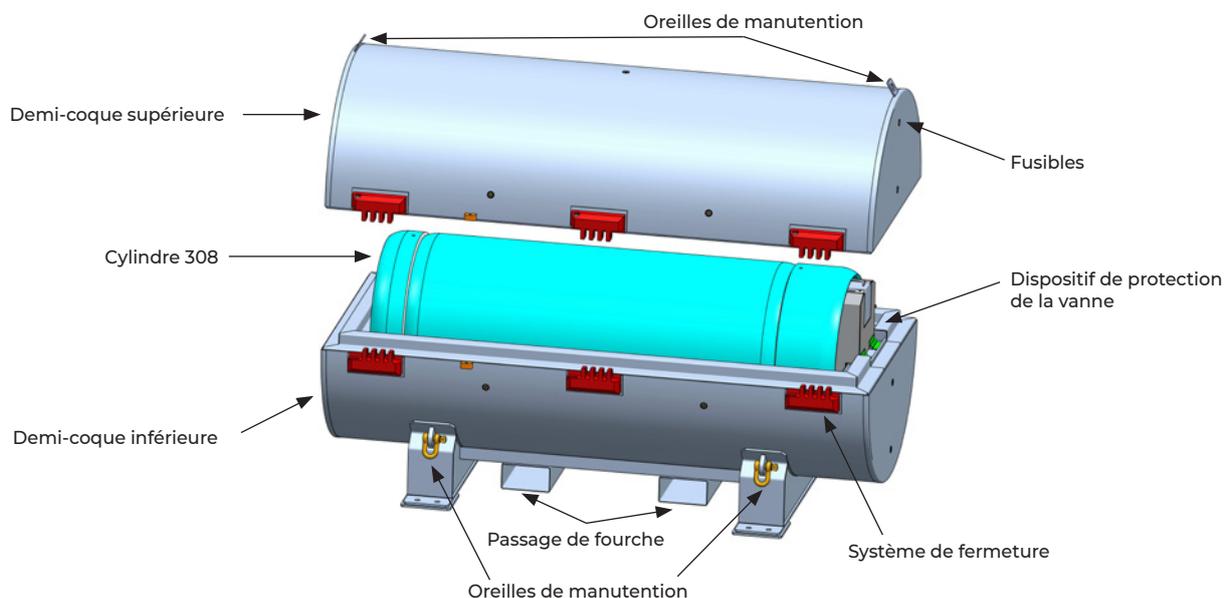
Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans.

Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors définir des mesures compensatoires permettant de garantir un niveau de sûreté équivalant à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule et de le faire escorter. La probabilité d'un accident sévère (et donc d'un choc violent sur le colis) est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial stipulant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat. En 2018, 50 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

Elle a délivré 37 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

TN International a engagé en 2018 le développement d'un nouvel emballage conçu pour le transport, sous utilisation exclusive par voie terrestre et maritime, d'assemblages de combustibles usés, ainsi que pour leur entreposage intermédiaire. L'ASN se prononcera en 2019 sur les options de sûreté de ce nouveau modèle de colis, au vu des nouvelles dispositions de l'édition 2018 du règlement SSR-6 de l'AIEA.

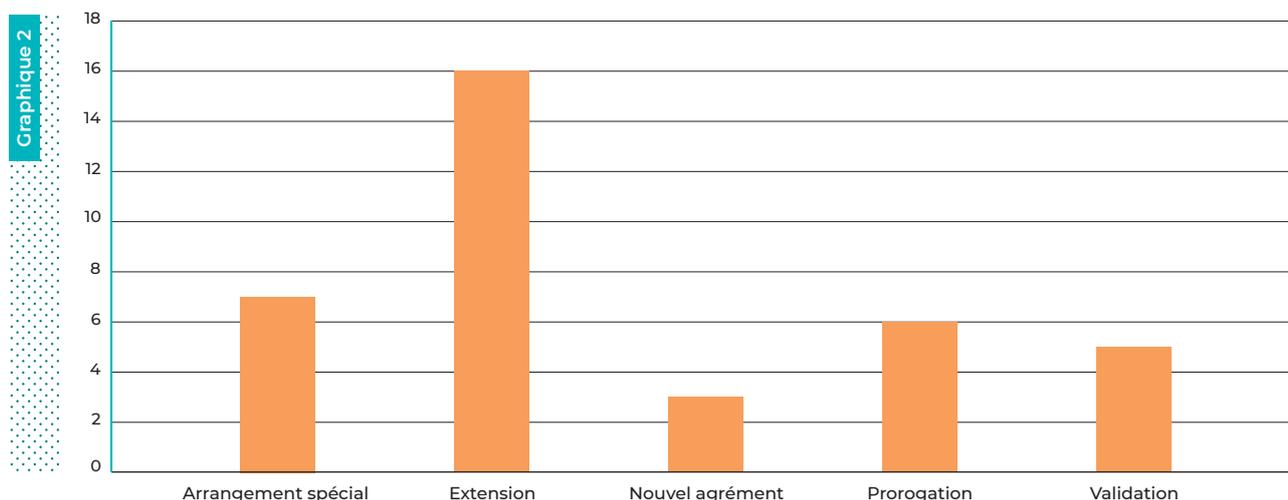


Nouvel emballage DN 30

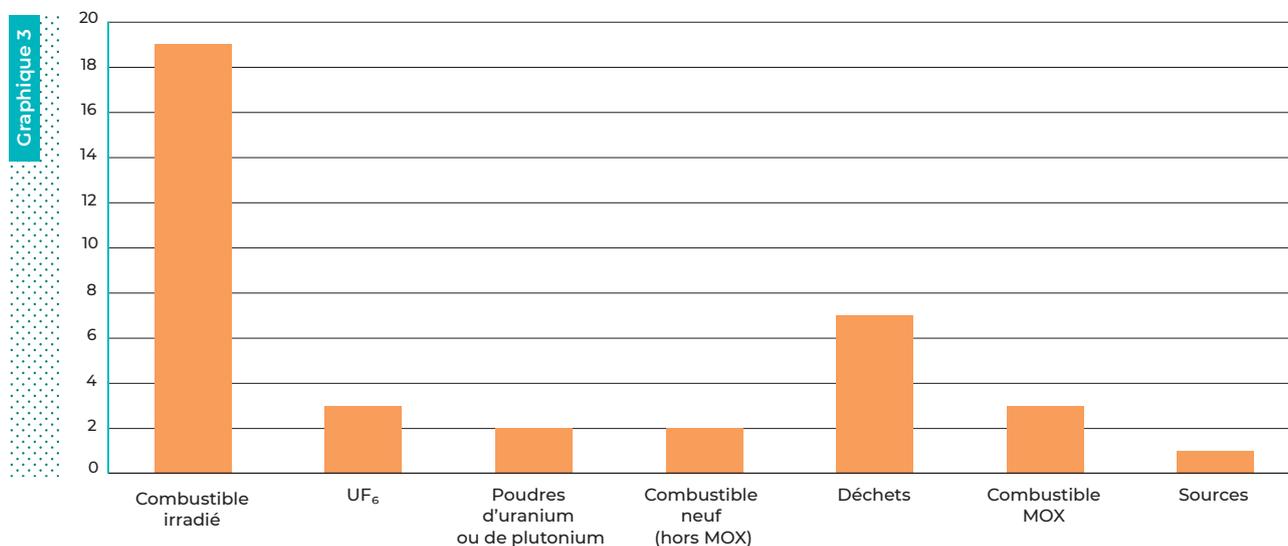
Administrations en charge du contrôle du mode de transport et des colis

Tableau 3	MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
	Mer	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires (recueil INF - « <i>Irradiated Nuclear Fuel</i> »).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et en coordination étroite avec l'ASN pour les colis de substances radioactives.
	Route, rail, voies navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
	Air	Direction générale de l'aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, pour les colis de substances radioactives.

Répartition du nombre des agréments en fonction de leur type, en 2018

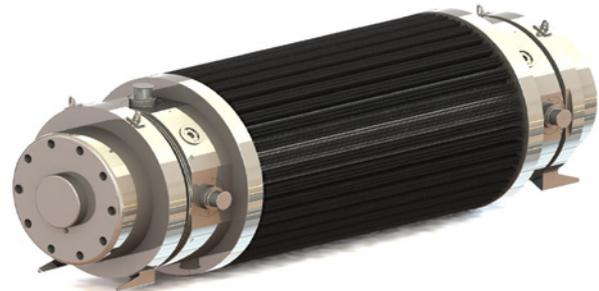


Répartition du nombre des agréments en fonction du contenu transporté, en 2018



Certificat d'agrément pour le colis TN G3

L'ASN a délivré en 2018 un certificat d'agrément pour le nouveau modèle de colis TN G3, développé par TN International (filiale d'Orano). Ce nouveau modèle de colis est destiné à remplacer, à l'horizon 2025, les emballages TN 12/2 et TN 13/2, actuellement autorisés pour réaliser le transport de combustibles usés issus des centrales d'EDF vers l'usine de retraitement Orano de La Hague. En effet, ces emballages, qui ne disposent pas d'une double barrière d'étanchéité, ne satisfont pas à l'ensemble des exigences applicables depuis l'édition de 2012 de la réglementation de l'AIEA (SSR-6).



Nouvel emballage TN G3

4.2 — Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage, à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2018, l'ASN a réalisé 109 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur asn.fr.

4.2.1 — Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de produire des emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il met en place un système d'assurance de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

En 2018, l'ASN a mené cinq inspections des opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final, contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements



Inspection de l'ASN sur le site d'Orano Cycle du Tricastin, portant sur la maintenance d'emballages chargés d'UF₆ – septembre 2018

internes (servant à caler le contenu)... Par exemple, l'ASN a inspecté le 25 septembre 2018 la fabrication, en Chine, de 25 cylindres 30 B, utilisés pour le transport d'UF₆. Les inspecteurs ont examiné la façon dont Orano Cycle, le donneur d'ordres, surveillait ses sous-traitants.

Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures d'assurance de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalement des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage...).

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu en 2019 de poursuivre des inspections par sondage de la fabrication d'emballages de transport. En effet, les irrégularités détectées au sein de l'usine Creusot Forge, qui ont notamment affecté certains emballages de transport, ont démontré l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance d'emballages.

4.2.2 — Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints...);
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention;

- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement...

En 2018, l'ASN a réalisé trois inspections portant sur la conformité des opérations de maintenance. Par exemple, l'ASN a examiné, le 6 juin 2018, la maintenance effectuée sur les emballages R73 destinés au transport de déchets contaminés et activés. Les inspecteurs de l'ASN ont notamment examiné l'organisation mise en place par Robatel Industries pour assurer la conformité des opérations de maintenance et de contrôle aux exigences du dossier de sûreté.

4.2.3 _ Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure, sur demande de l'ASN, de fournir les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises, et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès concernant les documents présentés à l'ASN et la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément ([guide n° 7](#), tome 3).

L'ASN a publié en 2016 la mise à jour de ce guide. Le guide propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels. La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Par ailleurs, l'ASN relève encore chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages...) des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration dès la conception de l'impossibilité de dépasser les limites de dose avec le contenu maximal autorisé.

En 2018, l'ASN a mené cinq inspections portant sur la conception, la fabrication et la maintenance des colis non soumis à agrément. Elle a notamment réalisé une inspection de la conformité des colis commercialisés sous le nom de la société ARPACK à la réglementation portant sur le transport de substances radioactives. Ces colis sont de type industriel (IP) ou de type A, au sens de la réglementation. Ils sont notamment utilisés pour le transport de matériel contaminé. Il en ressort que la société commercialisant ces colis n'a pas été en mesure,

lors de l'inspection, de présenter le dossier de sûreté correspondant aux modèles de colis utilisés et que le dossier de sûreté relatif au nouveau modèle de colis ARPACK ne suffisait pas à en démontrer la sûreté. Or, si l'expéditeur n'est pas en mesure d'apporter la preuve de la conformité à la réglementation des colis utilisés, leur utilisation pour effectuer le transport de substances radioactives n'est pas autorisée. Par conséquent, l'ASN a notamment demandé à la société qui met en location et fournit les colis de la gamme ARPACK d'identifier tous les modèles de colis actuellement utilisés et ne disposant pas d'attestations de conformité ou de dossiers de sûreté conformes aux attentes de l'ASN, et de mettre en œuvre un plan d'actions, motivé et justifié au vu des enjeux de sûreté associés, permettant de remédier à cette situation. En outre, l'ASN a demandé que lui soient précisées les actions menées pour informer les propriétaires et utilisateurs des colis concernés de l'absence de dossiers de sûreté démontrant le respect des dispositions réglementaires.

Pris individuellement, les colis non soumis à agrément présentent peu de danger et les accidents les concernant ont jusqu'à présent eu des conséquences radiologiques limitées. L'ASN doit cependant maintenir sa vigilance compte tenu du très grand nombre de ces colis et de la culture de sûreté parfois insuffisante des intervenants du transport.

La conformité réglementaire des colis non soumis à agrément s'est améliorée ces dernières années, toutefois certains écarts persistent. L'ASN poursuivra donc en 2019 son effort de contrôle des modèles de colis non soumis à agrément.

4.2.4 _ Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité...

S'agissant plus particulièrement du nucléaire de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Parmi les observations ou constats formulés à l'issue des inspections, les situations d'écarts les plus fréquentes apparaissent en matière d'assurance de la qualité, de respect des procédures mises en place et de radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de management de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, de même que les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis. Par ailleurs, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles à l'expédition sur les véhicules et les colis sont perfectibles.

Enfin, des défauts de calage et d'arrimage sont toujours relevés lors d'inspection de transport de gammagraphes.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants.

Inspection de l'acheminement depuis l'Australie de combustibles usés issus d'un réacteur de recherche à destination du site d'Orano de La Hague

En septembre 2018, les inspecteurs de l'ASN se sont rendus sur le port de Cherbourg pour contrôler à son arrivée un navire transportant quatre caissons, contenant chacun un colis TN MTR de combustible usé, ainsi qu'un conteneur comportant de l'outillage contaminé. Ils ont visité la cale du navire avant le déchargement des caissons. Ils ont notamment vérifié le bon état des colis et de leur arrimage, ainsi que les distances à respecter entre colis. Ils ont interrogé le capitaine du navire et ont examiné le plan de chargement, le plan de protection radiologique du navire, les dispositions d'urgence applicables, ainsi que les formations et sensibilisations faites pour l'équipage. Les inspecteurs ont ensuite assisté au débarquement des colis du navire et à leur chargement sur remorques en vue de leur transport routier. Ils ont examiné les moyens de manutention utilisés et ont contrôlé la conformité des véhicules, du placardage et de l'étiquetage, ainsi que la

qualification des chauffeurs. Ils ont également contrôlé les moyens de mesure et les qualifications des opérateurs chargés des mesures radiologiques pour le compte de l'expéditeur. Avant le départ des véhicules, les inspecteurs ont examiné les documents de transport afin de s'assurer de la traçabilité de la conformité des colis depuis leur départ.

Les inspecteurs ont également fait réaliser par des personnels de l'IRSN des mesures de débits d'équivalent de dose et de contamination sur un colis, sur les caissons et sur une remorque. Les résultats obtenus ont montré que les limites réglementaires applicables étaient respectées.

Au vu de cet examen, les inspecteurs ont estimé que la sûreté des opérations de ce transport et son organisation étaient satisfaisantes.

Cette démonstration est parfois réalisée par une entreprise tierce. Au titre de ses responsabilités, l'expéditeur doit alors vérifier que cette démonstration existe et est suffisante, et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

L'ASN a par ailleurs constaté que de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives. L'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, l'ASN estime que les centrales nucléaires doivent maintenir leur vigilance afin de s'assurer du respect des règles d'arrimage des colis lors des transports internes.

4.2.5 _ Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence

Afin de renforcer la préparation des intervenants du transport (principalement les expéditeurs et les transporteurs) à la gestion des situations d'urgence, l'ASN a publié en décembre 2014 le [guide n° 17](#) relatif au contenu des plans de gestion des accidents et incidents de transport de substances radioactives. Ce guide recommande l'élaboration de plans afin de se préparer à la gestion des situations d'urgence et indique quel devrait être le contenu minimum de ces plans.

Afin de contrôler la bonne application de ce guide, l'ASN a mené, en 2018, chez le fournisseur de gammagraphes, Actemium, une inspection sur le thème de la préparation aux situations d'urgence. Les inspecteurs se sont notamment intéressés à l'organisation mise en place, aux moyens matériels et humains disponibles, à la formation du personnel et aux exercices de crise organisés.

4.2.6 _ L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté des transports de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;

- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient déclarés auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience. Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du retour d'expérience entre les différents acteurs – y compris au niveau international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives.

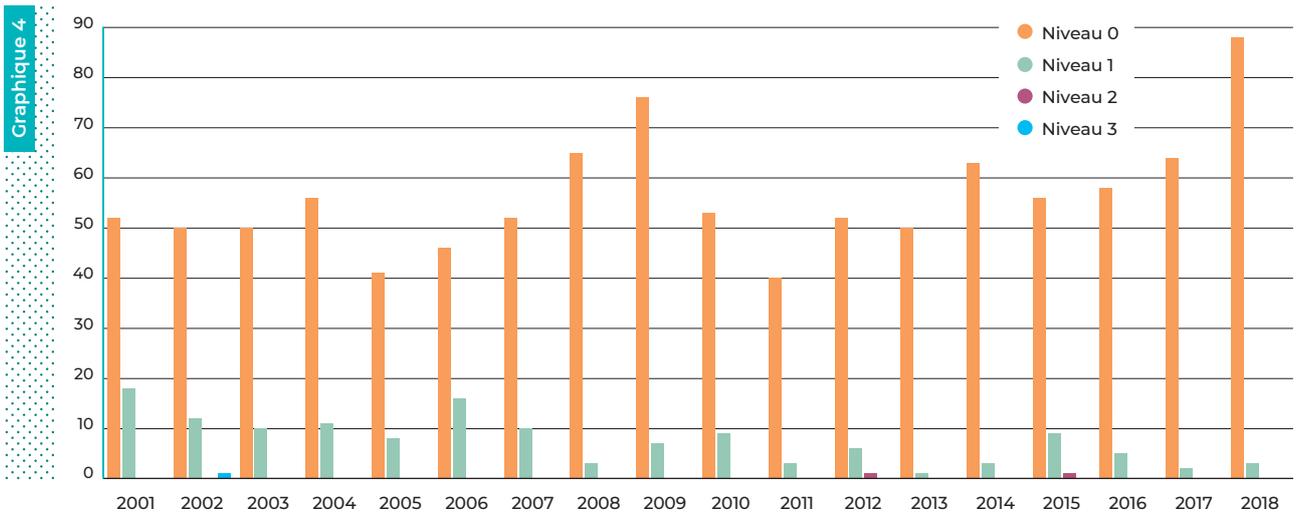
Tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son [guide n° 31 relatif à la déclaration des événements](#), comme demandé dans l'article 7 de l'[arrêté du 29 mai 2009 modifié](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres. Le guide de l'ASN a été entièrement refondu en 2017 et est consultable sur [asn.fr](#). Après la déclaration, un compte rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

• Événements déclarés en 2018

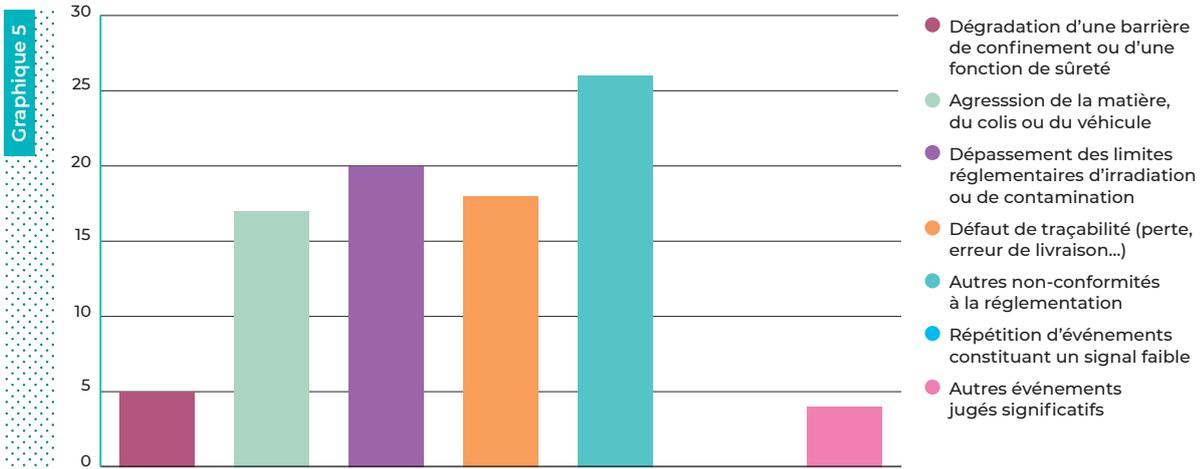
En 2018, dans le domaine des transports de substances radioactives, 88 événements de niveau 0 et 3 événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2001.

De plus, 30 événements de moindre importance (événements intéressants pour la sûreté des transports – EIT) ont été déclarés à l'ASN. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques). Leur déclaration à l'ASN ne constitue pas une obligation, mais l'ASN souhaite néanmoins en être informée périodiquement, pour avoir une vision globale des différents événements de moindre importance et détecter une éventuelle accumulation, ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

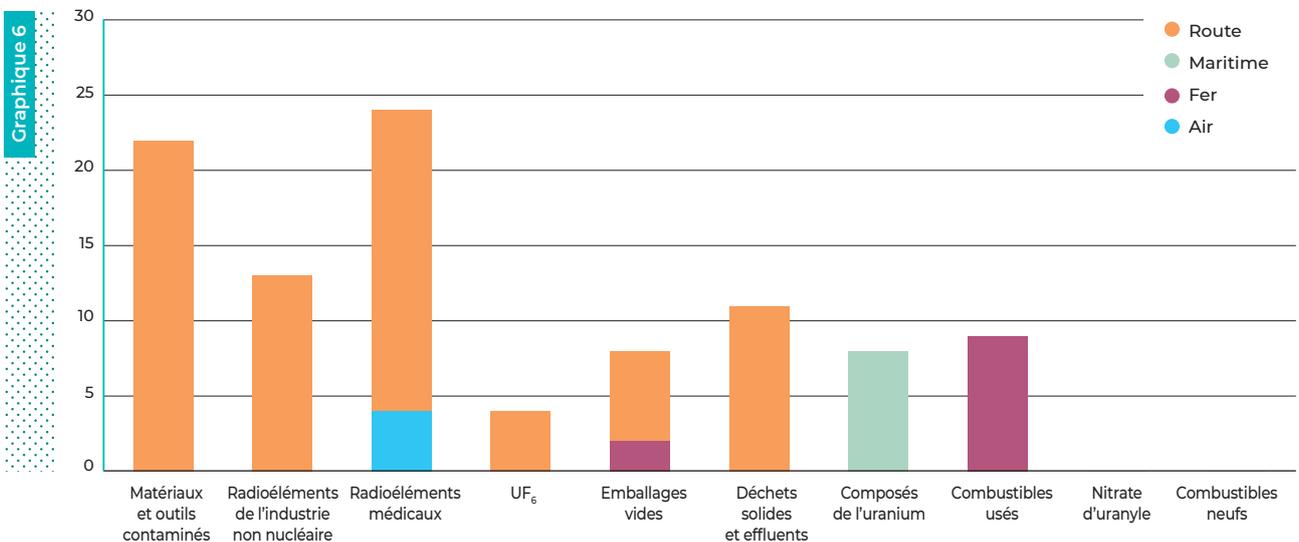
Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2001 et 2018



Répartition des événements significatifs déclarés en 2018 par critère de déclaration



Répartition des événements de transport déclarés selon le contenu et le mode de transport en 2018



Modification de l'arrêté TMD : télédéclaration des événements

La publication de l'arrêté du 11 décembre 2018 modifiant l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres rend obligatoire, à compter du 1^{er} janvier 2019, l'usage du portail de [téléservices](#) de l'ASN pour la déclaration des événements significatifs liés au transport de substances radioactives empruntant la voie publique. Dans un souci d'harmonisation, le portail de téléservices sera également étendu courant 2019 à la déclaration des événements de transport interne de matières dangereuses survenant dans les installations nucléaires de base (INB).

La déclaration d'un événement selon les modalités du guide ne se substitue pas à l'obligation d'alerte immédiate de l'ASN en cas de situation d'urgence.

• Domaines d'activité concernés par ces événements

Plus de la moitié des événements significatifs déclarés concernent l'industrie nucléaire. Plus d'un quart concerne les produits pharmaceutiques radioactifs. Les autres événements concernent les transports liés aux activités de l'industrie non nucléaire (gammagraphie par exemple).

Rapporté aux flux de transports concernés, les secteurs de l'industrie non nucléaire et du médical déclarent toujours peu d'événements relatifs au transport. Ce faible taux peut s'expliquer par une méconnaissance du processus et de la finalité de la déclaration des événements. Toutefois, l'ASN observe une augmentation significative du nombre d'événements déclarés en 2018 par rapport aux années précédentes, compte tenu des efforts de communication de l'ASN dans le cadre de la publication en 2017 de son guide n° 31. En outre, avec la mise en place de son portail de [téléservices](#), l'ASN s'attend à une nouvelle amélioration du taux de déclaration dans ces secteurs, par rapport aux années précédentes.

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration, et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

L'ASN constate qu'environ 80 % des EIT sont déclarés par des acteurs de l'industrie nucléaire, avec peu de déclarations des acteurs du secteur médical et de l'industrie non nucléaire rapporté aux flux de transports concernés. L'ASN rappelle toutefois que la déclaration des EIT n'est pas une obligation réglementaire.

• Causes des événements

Parmi les causes des événements significatifs déclarés faisant l'objet d'une vigilance particulière de l'ASN, on peut citer :

- des non-conformités matérielles affectant un colis : utilisation de joints de confinement non conformes, desserrage de vis en cours de transport, dépassement de la date de maintenance périodique, non-réalisation d'un test d'étanchéité au départ, ... Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou la radioprotection. Toutefois, en cas d'accident, une non-conformité peut diminuer la résistance du colis ;
- l'expédition de colis contenant des substances radioactives, sans que celles-ci ne soient déclarées, ainsi que des erreurs de livraison ou des colis momentanément égarés ;

- le conditionnement de produits radiopharmaceutiques et de sources médicales dans des emballages non conformes ;
- le non-respect des procédures internes, conduisant à expédier des colis non conformes (par exemple, avec la porte d'un conteneur mal verrouillée) ou avec un étiquetage inadéquat ;
- la présence de points de contamination dépassant les limites réglementaires. L'impact de ces événements sur la radioprotection est faible, car les points de contamination étaient situés sur les fûts contenant le minerai, qui sont eux-mêmes transportés à l'intérieur de conteneurs métalliques fermés. Par rapport à 2017, la situation s'est améliorée pour les colis de minerai d'uranium en provenance des mines, les procédures d'expédition ayant fait l'objet d'améliorations.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés au mauvais étiquetage des colis, à l'absence de documents de transport, à des erreurs de livraison, ainsi qu'à la découverte de corps étrangers dans des emballages vides utilisés pour le transport de combustible usé. Ces corps étrangers sont découverts à l'occasion d'opérations de maintenance des emballages. L'analyse de ces événements montre que la présence de corps étrangers de plus grande taille ou de nature différente pourrait conduire à des phénomènes de radiolyse ou de criticité dans certaines conditions. Par conséquent, l'ASN invite les exploitants à exercer une vigilance particulière sur les modalités de chargement du combustible dans les emballages

4.3 – Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

4.3.1 – Participation aux travaux de l'AIEA

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (TRANSSC, *Transport Safety Standards Committee*) qui regroupe, sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie nucléaire (AIEA), des experts de tous les pays afin d'élaborer le document à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de la nouvelle édition 2018 de ce document, « *Specific Safety Requirements – 6* » (SSR-6).

4.3.2 – Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'[arrêté du 29 mai 2009](#), et des [arrêtés du 23 novembre 1987](#) relatif à la sécurité des navires et du 18 juillet 2000 relatif au transport et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein de la CITMD, qui est appelée à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer, par route et par voie de navigation intérieure. L'ASN est également consultée par le ministère en charge des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives. En 2018, l'ASN a ainsi rendu deux avis sur des projets d'arrêté modifiant les arrêtés du 23 novembre 1987 et du 29 mai 2009.

Le cadre réglementaire relatif à la protection des substances radioactives contre les actes de malveillance, hors matières nucléaires qui font l'objet d'un traitement particulier, sera développé en 2019. L'ASN s'assurera que les opérations de transport, au cours desquelles les substances sont particulièrement vulnérables, soient convenablement prises en compte.

4.4 — Contribuer à l'information du public

L'[ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012](#) modifiant les livres I^{er} et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'article L. 125-10 du code de l'environnement qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont définis comme étant ceux « *au-dessus desquels, en application des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives, d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial* ». Tout citoyen peut donc désormais solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le décret.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur [asn.fr](#), un dossier pédagogique présentant le transport de substances radioactives.

4.5 — Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.

4.5.1 — Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material – EACA*) a été créée en décembre 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le retour d'expérience entre les différentes autorités.

Les 23 et 24 mai 2018, l'ASN a accueilli à Montrouge la 14^e réunion de l'EACA. Quinze pays étaient représentés. À l'ordre du jour figuraient les modalités de transposition de la directive Euratom 2013/59 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, le contenu des demandes d'agrément des colis et des certificats d'agrément, l'encadrement réglementaire des cylindres transportant de l'UF₆, ainsi que les évolutions réglementaires au niveau international.

4.5.2 — Relations bilatérales avec les homologues étrangers de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

• Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. L'ASN participe de plus aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand. Un nouvel emballage est en cours de conception en Allemagne pour le transport des déchets compactés. Dans ce cadre, l'autorité de sûreté allemande informe l'ASN de l'avancement de l'instruction technique de la demande d'agrément. Une fois émis, le certificat d'agrément devra être validé par l'ASN pour que le modèle de colis puisse être utilisé en France.

• Belgique

Dans le cadre de sa production d'énergie électrique d'origine nucléaire, la Belgique utilise notamment des emballages de conception française pour réaliser des transports liés au cycle du combustible. Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire – AFCN) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les pratiques d'inspection dans chaque pays. En 2018, les autorités belge et française ont réalisé une inspection conjointe d'un transporteur.

• Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation – ONR*) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. Des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre les deux autorités.

• Suisse

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) en Suisse. L'ASN et l'IFSN ont décidé de se rencontrer annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballages et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.



Tenue de la 14^e réunion de l'EACA au siège de l'ASN



Les centrales nucléaires d'EDF

1 Généralités sur les centrales nucléaires _____ 276

- 1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
- 1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion
- 1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires
- 1.4 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire
- 1.5 L'enceinte de confinement
- 1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
- 1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire _____ 280

- 2.1 Le combustible
 - 2.1.1 Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur
 - 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur
- 2.2 Les équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.1 Le contrôle de la conformité de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des ESPN
 - 2.2.3 Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression
 - 2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation
- 2.3 Les enceintes de confinement
 - 2.3.1 Le contrôle des enceintes de confinement
 - 2.3.2 L'évaluation de l'état des enceintes de confinement

2.4 La prévention et la maîtrise des risques

- 2.4.1 Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation
- 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs
- 2.4.3 Le contrôle de la maintenance des installations
- 2.4.4 L'évaluation de la maintenance
- 2.4.5 La prévention des effets des agressions internes et externes
- 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions
- 2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences
- 2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

- 2.5.1 Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets
- 2.5.2 La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols
- 2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

2.6 La prévention et la maîtrise des risques liés aux organisations

- 2.6.1 Le contrôle du fonctionnement des organisations
- 2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

2.7 La radioprotection des personnels

- 2.7.1 Le contrôle de la radioprotection des personnels
- 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

- 2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires
- 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

2.9 Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

2.10 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

- 2.10.1 L'âge des centrales nucléaires
- 2.10.2 Le réexamen périodique
- 2.10.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

2.11 L'EPR de Flamanville

- 2.11.1 L'instruction des demandes d'autorisation
- 2.11.2 Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement
- 2.11.3 L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

2.12 Les études sur les réacteurs du futur

3 Perspectives _____ 314

Les centrales nucléaires d'EDF

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France.

De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un [parc standardisé](#) exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'ASN de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un [contrôle très exigeant de la sûreté](#), des [mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection](#) dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard, notamment, du retour d'expérience de conception,

de fabrication, d'exploitation et de maintenance des composants des réacteurs électronucléaires. Pour contrôler la sûreté des réacteurs en fonctionnement, en construction et en projet, l'ASN mobilise quotidiennement près de deux cents agents au sein de la Direction des centrales nucléaires (DCN), de la Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) et de ses [divisions territoriales](#), et s'appuie sur près de deux cents experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'ASN développe une [approche intégrée du contrôle des installations](#). Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

1 — Généralités sur les centrales nucléaires

1.1 — Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

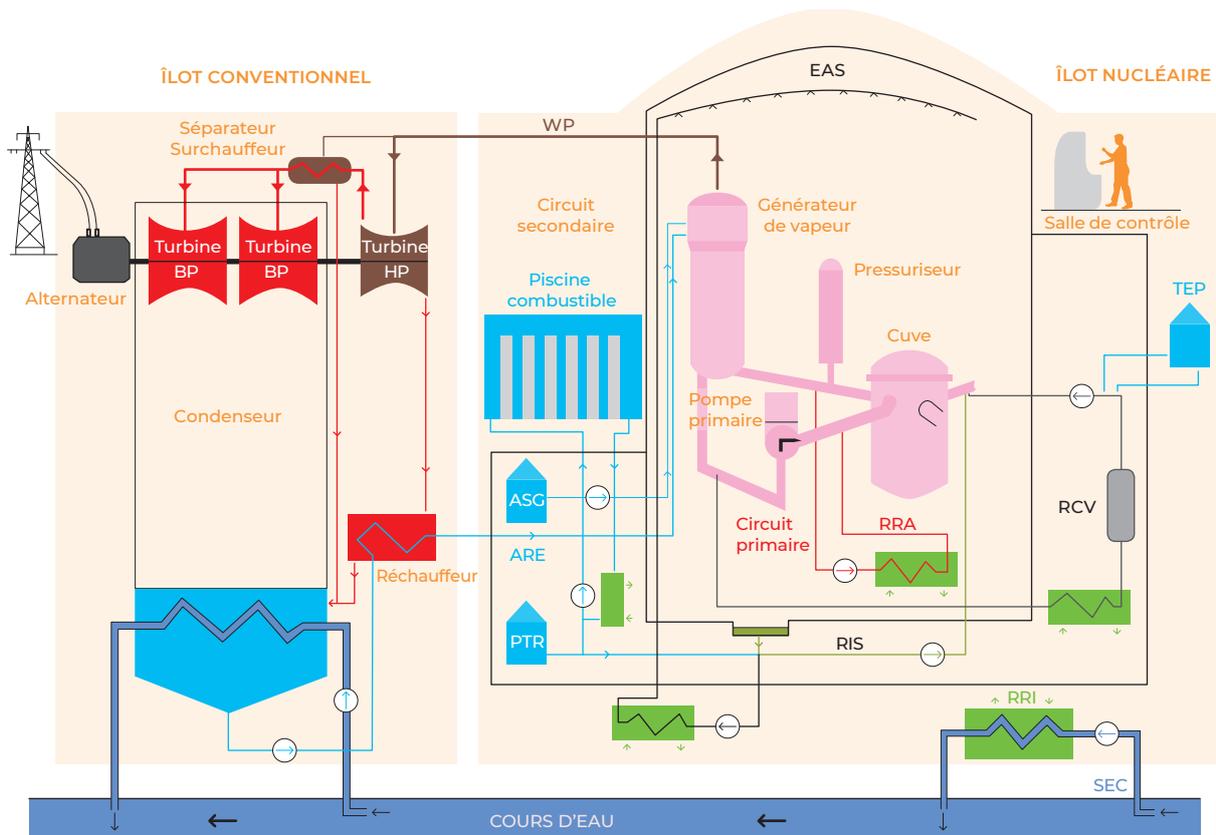
Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé d'une tension de 400 000 volts (V). La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de

l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

Chaque [réacteur](#) comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le circuit primaire, les générateurs de vapeur (GV) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur: les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte, d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de contrôle-commande et de protection du réacteur. À ces éléments sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support: contrôle et traitement

Le principe de fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression



ARE : circuit de régulation du débit d'eau alimentaire
 ASG : circuit d'eau alimentaire de secours des générateurs de vapeur
 EAS : circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur
 PTR : circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines
 RCV : système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur
 RIS : circuit d'injection de sécurité

RRA : système de refroidissement du réacteur à l'arrêt
 RRI : circuit de réfrigération intermédiaire
 SEC : circuit d'eau brute secourue
 TEP : circuit de traitement des effluents primaires
 Turbine BP ou HP : pour basse pression ou haute pression
 VVP : systèmes d'évacuation de la vapeur

des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur Diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés (BK). L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire, à assurer le refroidissement des combustibles usés et à la protection radiologique des travailleurs.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Les circuits secondaires appartiennent pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

1.2 – Le cœur, le combustible et sa gestion

Le cœur du réacteur est constitué d'assemblages de combustibles qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium et d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « MOX ») contenues dans des tubes métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est

la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285 °C, s'échauffe en remontant le long des crayons combustibles et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320 °C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle au fur et à mesure de la consommation des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur ;
- l'ajustement de la concentration en bore (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles ;
- la présence, dans les crayons combustibles, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans les réacteurs à eau sous pression (REP) :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) enrichi en uranium-235, à 4,5% en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'[usine Melox](#) d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08% (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO_2 enrichi à 3,7% en uranium-235. Ce combustible peut être utilisé dans les 28 réacteurs de 900 MWe dont les décrets d'autorisation de création (DAC) autorisent l'utilisation de combustible au plutonium.

EDF a standardisé le mode d'utilisation du combustible dans ses réacteurs, dénommé « gestion de combustible ». Une gestion de combustible, qui concerne des réacteurs similaires, est caractérisée notamment par :

- la nature du combustible et sa teneur initiale en matière fissile ;
- le taux d'épuisement maximal du combustible lors de son retrait du réacteur, caractérisant la quantité d'énergie extraite par tonne de matière, exprimé en GigaWatt jour par tonne (GWj/t) ;
- la durée d'un cycle de fonctionnement du réacteur ;
- le nombre d'assemblages de combustible neuf rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages) ;
- le mode de fonctionnement du réacteur (à puissance constante ou en faisant varier la puissance pour s'adapter aux besoins) qui détermine les sollicitations subies par le combustible.

1.3 — Le circuit primaire et les circuits secondaires

Le circuit primaire et les circuits secondaires permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MégaWatt (MWe), et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR. Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite « eau primaire » ou « réfrigérant primaire ». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite « pompe primaire », et un générateur de vapeur. L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bars par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

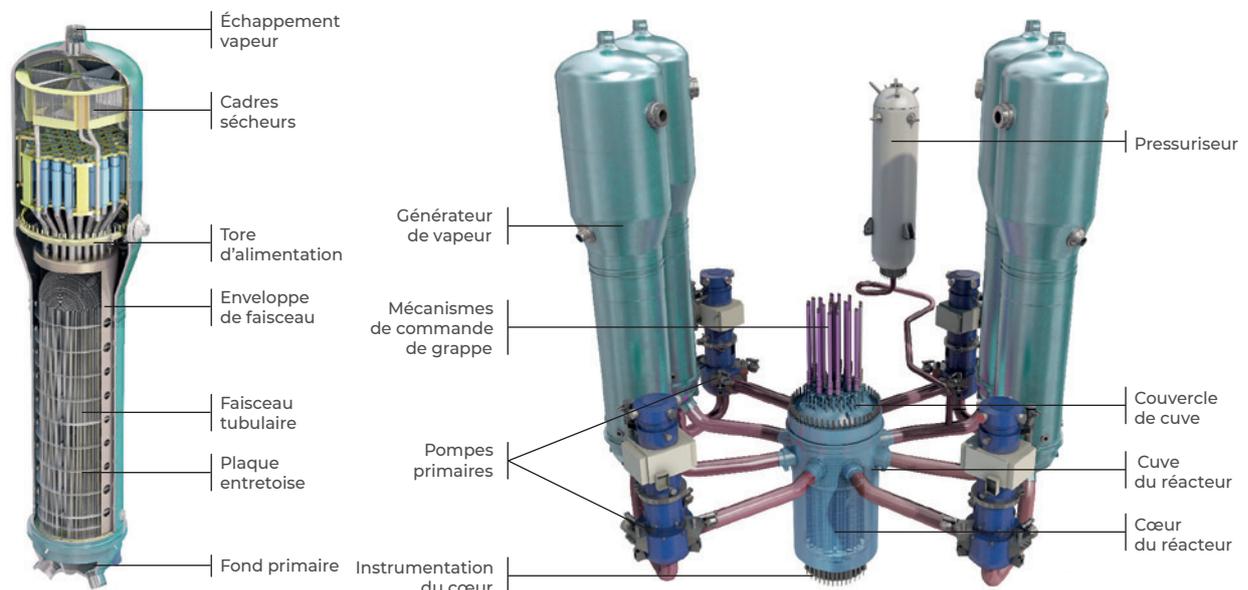
L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les générateurs de vapeur. Les générateurs de vapeur sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 5600 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau sous forme liquide dans une partie, et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur, produite dans les générateurs de vapeur, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sècheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

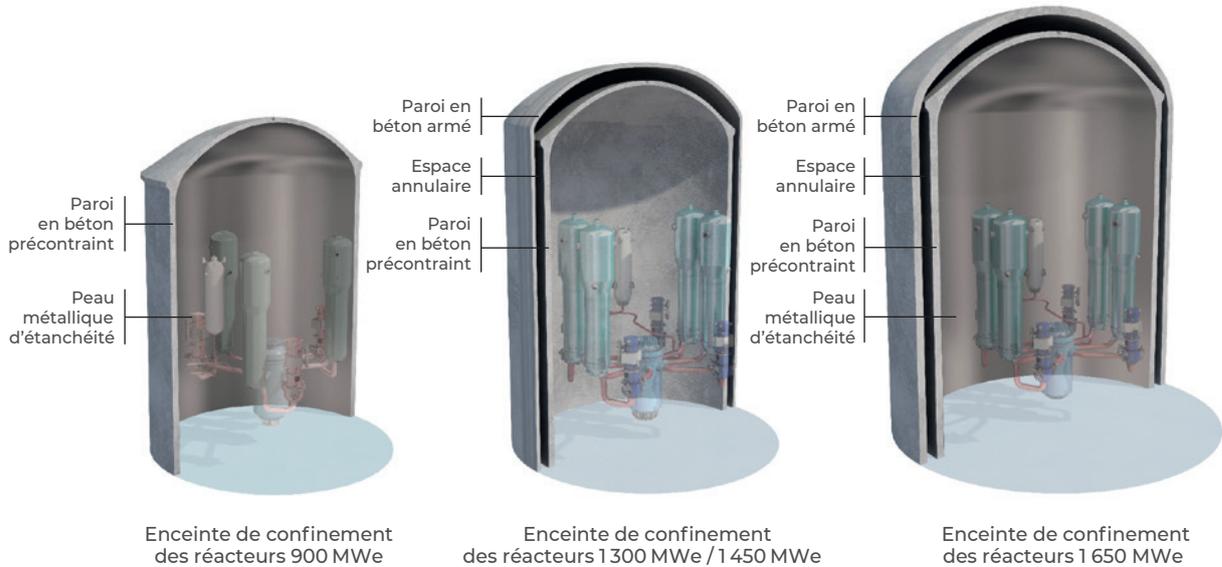
1.4 — Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine.

Un générateur de vapeur et un circuit primaire principal d'un réacteur de 1300 MWe



Enceintes de confinement des réacteurs



Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les générateurs de vapeur (voir point 1.3). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (TAR) (circuit fermé ou semi-fermé).

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau de construction des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide...) et une surveillance.

1.5 – L'enceinte de confinement

L'enceinte des réacteurs à eau sous pression assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident de perte de réfrigérant primaire le plus sévère (rupture circonferentielle et doublement débattue d'une tuyauterie du circuit primaire) et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de

l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;

- celles des réacteurs de 1300 et 1450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par le système de ventilation (EDE) qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

1.6 – Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température et donc la pression dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;
- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeurs (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV

en cas de perte du système d'alimentation normal, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur.

1.7 — Les autres systèmes importants pour la sûreté

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide);
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles entreposés dans la piscine du bâtiment combustible;

- les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des matières radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets;
- les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie;
- le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité, à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la source froide et à participer au confinement des substances radioactives;
- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur Diesel. Enfin, en cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source d'ultime secours, dont la nature varie selon la centrale considérée. Ces derniers moyens seront complétés, dans les prochaines années, d'un groupe électrogène de secours à moteur Diesel dit « d'ultime secours » par réacteur.

2 — Le contrôle de la sûreté nucléaire

2.1 — Le combustible

2.1.1 — Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur

Dans le but d'accroître la disponibilité et les performances des réacteurs en fonctionnement, EDF développe, avec les fabricants de combustible nucléaire, des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur.

EDF a standardisé ses modes de gestion de combustibles. L'ASN veille à ce que chaque évolution de gestion de combustible fasse l'objet d'une démonstration spécifique de la sûreté des réacteurs concernés. Une évolution du combustible ou de son mode de gestion fait préalablement l'objet d'un examen par l'ASN et ne peut être mise en œuvre sans son accord. Lorsque ces évolutions sont importantes, leur mise en œuvre est encadrée par une décision de l'ASN.

Le comportement du combustible étant un élément essentiel de la sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel, sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité de radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est le signe d'une perte d'étanchéité des assemblages. Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches, dont le rechargement n'est pas autorisé. Si l'activité dans le circuit primaire devient trop élevée, les règles générales d'exploitation (RGE) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

L'ASN s'assure qu'EDF recherche et analyse les causes des pertes d'étanchéité observées, en particulier au moyen d'examen des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs. Par ailleurs, les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation dont certaines participent à la démonstration de sûreté et dont le respect par EDF est contrôlé par sondage par l'ASN en inspection. L'ASN effectue en outre des inspections afin de contrôler la nature de la surveillance qu'EDF réalise sur ses fournisseurs de combustible. Enfin, l'ASN consulte périodiquement le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) sur les enseignements tirés du retour d'expérience de l'exploitation du combustible.

2.1.2 — L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

L'état de la première barrière de confinement a été globalement satisfaisant en 2018 pour l'ensemble des centrales nucléaires, à l'exception de celle de [Nogent-sur-Seine](#). Sur ce site, l'ASN a constaté des lacunes récurrentes dans le respect des dispositions visant à prévenir l'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire ainsi que le rechargement d'un assemblage de combustible inétanche.

L'ASN note que les progrès constatés en 2017 se poursuivent en 2018 en ce qui concerne le risque d'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire. À titre d'exemple, plusieurs sites ont mis en place des formations à l'attention des intervenants extérieurs, ces formations étant un prérequis aux interventions.



Contrôle des soudures du circuit primaire principal – EPR Flamanville

L'ASN relève encore toutefois de manière récurrente, malgré ces progrès, la présence de corps étrangers dans les circuits primaires et maintiendra donc son attention sur cette thématique en 2019.

En 2018, le nombre d'événements significatifs liés à la manutention de combustible est resté faible, tout comme en 2017.

Les cas de blocages récurrents de grappe de commande, rencontrés lors de leur manœuvre ou de leur chute en 2017 et 2018 sur certains réacteurs de 1 300 MWe en raison de l'usure des manchettes thermiques des couvercles de cuve, ont conduit EDF à lancer un programme de contrôle sur l'ensemble des réacteurs et à remplacer les manchettes thermiques les plus usées (voir encadré). Tant que ces contrôles, qui doivent être réalisés lors des arrêts de réacteur, ne sont pas réalisés, des restrictions d'exploitation sont mises en place à la demande de l'ASN.

Enfin, concernant la fabrication des assemblages de combustible, l'ASN poursuit ses inspections notamment à la suite des anomalies rencontrées en 2017 relatives au MOX (présence d'ilots de grande taille enrichis en plutonium) et aux gaines

de combustible (anomalies de contrôles de conformité des gaines). La déclaration par EDF d'un événement significatif pour la sûreté nucléaire relatif à un phénomène de remontée de flux neutronique en bas de colonne fissile des assemblages de combustible MOX a conduit l'ASN à demander à EDF en 2018 de caractériser la perte de marge vis-à-vis de l'intégrité de la première barrière et de mettre en place des mesures compensatoires dans l'attente du déploiement d'une modification de la conception de ces assemblages. L'ASN sera attentive au déploiement de ces mesures ainsi qu'à leur efficacité.

2.2 – Les équipements sous pression nucléaires

2.2.1 – Le contrôle de la conformité de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires des équipements sous pression nucléaires (ESPN) les plus importants pour la sûreté, dits « de niveau N1 », qui correspondent à la cuve, aux générateurs de vapeur, au pressuriseur, aux groupes motopompes, aux tuyauteries ainsi qu'aux vannes et aux soupapes de sûreté.

Ces exigences réglementaires permettent de garantir leur sécurité. Elles sont définies par une directive européenne relative aux équipements sous pression et complétées par des exigences spécifiques aux ESPN.

Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements sont concernés sur l'EPR de Flamanville) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (générateurs de vapeur de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections sur les équipements dits de « niveau N1 » et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN

Analyse des irrégularités détectées dans des dossiers de fabrication de l'usine Creusot Forge de composants installés sur les réacteurs en fonctionnement

À la suite de la détection d'irrégularités dans certains [dossiers de fabrication de l'usine Creusot Forge d'Areva NP](#) en 2016, l'ASN a prescrit à EDF, par sa [décision n° 2017-DC-0604](#) du 15 septembre 2017, de lui transmettre pour chaque réacteur en fonctionnement, et au plus tard deux mois avant son redémarrage prévu à la suite de son prochain arrêt pour renouvellement du combustible, le bilan de la revue des dossiers de fabrication des composants forgés par l'usine Creusot Forge.

EDF a transmis le bilan de sa revue tel que prescrit par la décision du 15 septembre 2017. Certains éléments venant préciser ce bilan seront transmis à l'ASN au cours de l'année 2019.

L'examen par l'ASN des écarts mis en évidence par cette revue, débuté en 2017 et poursuivi en 2018, a conduit à des demandes de justifications complémentaires, mais n'a pas mis en évidence d'écart nécessitant la réparation ou le remplacement immédiat d'un équipement. Des demandes de contrôles ultérieurs sur site et d'essais représentatifs permettant de conforter les justifications apportées par EDF et le fabricant ont été formulées et les éléments correspondants seront instruits en 2019.

Par ailleurs, les éléments concernant les composants moulés fabriqués par la fonderie située sur le site industriel du Creusot, qui ont été demandés à EDF par la décision mentionnée précédemment, seront analysés courant 2019.

L'ASN a finalisé en 2018 l'instruction du dossier relatif à l'irrégularité détectée sur une virole basse d'un générateur de vapeur du réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Fessenheim](#). La découverte de cet écart avait conduit l'ASN à suspendre le 18 juillet 2016 le certificat d'épreuve réglementaire du générateur de vapeur, maintenant de ce fait le réacteur à l'arrêt. Areva NP a transmis en juillet 2017 un dossier de justification de la tenue mécanique du composant concerné.

L'ASN a réalisé, avec l'appui de l'IRSN, l'examen de ces éléments qui ont été présentés le 27 février 2018 au Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ([GPESPN](#)). Sur la base des conclusions de l'instruction, l'ASN a considéré que l'irrégularité affectant le générateur de vapeur ne remet pas en cause son aptitude au service et a par conséquent levé la suspension du certificat d'épreuve du générateur de vapeur le 12 mars 2018.

moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. [Cinq organismes](#) ou organes d'inspection sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave SA, Asap, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

Les organismes habilités ont réalisé en 2018, en ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, 7 704 actions de contrôle pour les ESPN destinés à l'EPR de Flamanville et 3 196 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle sont réalisées sous la surveillance de l'ASN.

2.2.2 _ L'évaluation de la conception et de la fabrication des ESPN

• Les irrégularités dans les usines de fabrication

Les années 2017 et 2018 ont été marquées par l'analyse des suites de la détection, en 2016, d'irrégularités, d'ampleur et de gravité variables, dans plusieurs usines de fabrication d'ESPN, en particulier dans l'[usine Creusot Forge de Framatome](#), au sein de laquelle ces pratiques ont perduré pendant plusieurs décennies.

Considérant que ces irrégularités mettent en lumière des pratiques inacceptables et que les industriels doivent mener des actions structurantes visant à restaurer un haut niveau de qualité dans la chaîne d'approvisionnement, l'ASN a demandé à Framatome de procéder à une revue des dossiers des composants fabriqués par Creusot Forge, d'analyser les causes de la non-détection des irrégularités et de développer une culture de qualité et de sûreté permettant de garantir le niveau de qualité irréprochable attendu. En parallèle, l'ASN a demandé à EDF d'analyser les causes de la défaillance de sa surveillance de Framatome et d'évaluer les actions mises en œuvre par Framatome.

Ces demandes ont été étendues à l'ensemble des usines de Framatome. La bonne prise en compte de ces demandes ainsi que la mise en œuvre d'actions complémentaires satisfaisantes par l'usine Creusot Forge a conduit l'ASN à considérer, fin janvier 2018, que la reprise des fabrications dans cette usine de composants destinés aux installations nucléaires françaises était envisageable sous certaines conditions, notamment de surveillance des activités.

En lien avec cette action, l'ASN examine, avec l'appui des organismes qu'elle mandate, le traitement des écarts détectés lors de la revue des dossiers dans le cadre de l'évaluation de la conformité des équipements neufs. Une action similaire est également réalisée pour les composants intégrés à des équipements en service sur la base des analyses réalisées par Framatome et EDF (voir l'encadré relatif à l'usine Creusot Forge).

En parallèle, EDF a engagé des actions visant à adapter ses pratiques de contrôle afin de lutter contre les risques de fraudes, en réalisant notamment plus d'actions de contrôle inopinées ou contradictoires.

• Renforcer les justifications de la conception des ESPN

L'ASN a été régulièrement amenée à faire le constat que les justifications et les démonstrations apportées par les fabricants dans le cadre de la réglementation relative aux ESPN, notamment en ce qui concerne la bonne conception de ces équipements, sont insatisfaisantes. Les industriels, en particulier EDF

et Framatome, ont en conséquence mis en place, à partir du premier semestre 2015, des actions structurantes afin de faire évoluer leurs pratiques et les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. L'ASN a suivi ces actions, dont la plus grande partie est réalisée dans le cadre de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires ([AFCEN](#)) et implique la majorité de la profession. L'ASN considère positivement cette démarche et a reconnu, pour la plupart des problématiques identifiées en 2015, le caractère approprié des publications de l'AFCEN prenant la forme de guides ou de méthodes. Cette démarche sera renouvelée dans les années à venir pour continuer à faire progresser la profession sur certaines thématiques et pour tirer le retour d'expérience des premières applications des guides et méthodes créés.

2.2.3 _ Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'[arrêté du 10 novembre 1999](#) relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF. Cette surveillance fait elle-même l'objet d'un contrôle de la part de l'ASN.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les dix ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.

• Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression sont fabriquées en alliage à base de nickel. La résistance de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#).

Ces fissures conduisent l'exploitant à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, est soumis à l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place par EDF sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

• La résistance des cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un réacteur à eau sous pression, contient le cœur du réacteur ainsi que son instrumentation.

Pour les réacteurs de 900 MWe, la cuve a une hauteur de 14 m, un diamètre de 4 m pour une épaisseur de 20 cm et une masse de 330 tonnes. Pour l'EPR, en cours de construction à Flamanville, la hauteur de la cuve est de 15 m, son diamètre de 4,90 m pour une épaisseur de 25 cm et sa masse de 510 tonnes.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et à une température de 300 °C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts dus à la fabrication, sous leur revêtement en acier inoxydable.

L'ASN examine régulièrement les justifications de la résistance en service des cuves transmises par EDF afin de s'assurer qu'elles sont suffisamment conservatives.

En particulier, EDF a transmis à l'ASN, mi-2016, un dossier justifiant la résistance en service des cuves des réacteurs de 900 MWe après quarante ans d'exploitation, dont l'examen par l'ASN est en cours. Une première partie de ce dossier a été soumise à l'avis du GPESPN le 20 novembre 2018, la seconde devant l'être dans le courant de l'année 2019.

• La maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au circuit primaire principal et l'autre au circuit secondaire principal. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure...) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

• L'encrassement des tubes et internes de la partie secondaire des générateurs de vapeur

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Cela se traduit par l'accumulation de boue molle ou dure en partie basse des GV, l'encrassement des parois des tubes et le colmatage des plaques entretoises qui soutiennent le faisceau tubulaire. Les produits de corrosion forment une couche de magnétite sur les surfaces des internes. Sur les tubes, la couche de dépôt (encrassement) diminue l'échange thermique.

Les principes de la démonstration de la résistance en service des cuves

La réglementation en vigueur impose notamment à l'exploitant :

- d'identifier les situations de fonctionnement ayant un impact sur l'équipement;
- de prendre des mesures afin de connaître l'effet du vieillissement sur les propriétés des matériaux;
- de mettre en œuvre les moyens lui permettant de détecter suffisamment tôt les défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure;
- d'éliminer toute fissure détectée ou, en cas d'impossibilité, d'apporter une justification spécifique appropriée au maintien en l'état d'un tel type de défaut.

Au niveau des plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour empêcher ou minimiser les effets de l'encrassement décrits ci-dessus, diverses solutions peuvent être mises en œuvre et permettent de limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lancements à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs du circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation de rejet de certains produits mis en œuvre.

Certains procédés de nettoyage chimique font encore l'objet d'essais visant à démontrer l'innocuité des produits chimiques employés. En particulier, l'identification d'un risque de corrosion sur des réacteurs ayant fait l'objet de tels nettoyages en 2016 a conduit l'ASN à demander la mise en œuvre de mesures de maintenance particulières, en particulier des examens non destructifs sur les zones potentiellement exposées à ce risque.

• Le remplacement des générateurs de vapeur

Depuis les années 1990, EDF conduit un programme de remplacement des GV constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés, dont en priorité ceux fabriqués en alliage Inconel 600 non traités thermiquement (600 MA) puis ceux fabriqués en alliage Inconel 600 traités thermiquement (600 TT).

La campagne de remplacement des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 MA (soit 26 réacteurs) s'est achevée en 2015 avec celui du réacteur 3 de la centrale nucléaire du [Blayais](#). Elle se poursuit par les remplacements des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 TT (soit 26 réacteurs). L'année 2018 a vu s'achever le remplacement des GV du réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Paluel](#).

• Méthodes de contrôle appliquées aux équipements

sous pression des circuits primaire et secondaires principaux
L'arrêté du 10 novembre 1999 dispose que les procédés d'essais non destructifs employés pour le suivi en service des équipements sous pression des circuits primaire et secondaires principaux des réacteurs électronucléaires doivent faire l'objet d'une qualification, préalablement à leur première utilisation. Celle-ci est prononcée par une entité composée d'experts internes et

externes à EDF dont la compétence et l'indépendance sont vérifiées par le [Comité français d'accréditation](#).

La qualification permet de garantir que le procédé d'essai non destructif atteint effectivement les performances prévues et décrites dans un cahier des charges préalablement établi.

En raison des risques radiologiques associés à la radiographie, les contrôles par ultrasons sont privilégiés, s'ils présentent des performances de contrôle équivalentes.

À ce jour, plus de 90 procédés d'essais non destructifs sont qualifiés dans le cadre des programmes d'inspection en service. De nouveaux procédés de développement et de qualification pour répondre à de nouveaux besoins sont en cours.

Concernant l'[EPR de Flamanville](#), la quasi-totalité des procédés d'essais pour le suivi en service des équipements sous pression des circuits primaire et secondaires principaux a été qualifiée en amont de la visite complète initiale (VCI) du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux, ce qui correspond à plus de 30 procédés qualifiés spécifiques à l'EPR.

2.2.4 _ L'évaluation des équipements sous pression en exploitation

Du fait de difficultés rencontrées dans la maîtrise de l'encrassement ou le remplacement de certains générateurs de vapeur, la situation de la deuxième barrière de confinement que constitue le circuit primaire a fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN en 2018.

D'une part, il a été constaté des niveaux d'encrassement très importants dans certains générateurs de vapeur de plusieurs réacteurs, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement. Ces niveaux d'encrassement résultent d'une maintenance insuffisante pour assurer un état de propreté satisfaisant et mettent en exergue la nécessité, pour certains types de générateurs de vapeur, de poursuivre l'amélioration de la stratégie de suivi et de prévention de ce phénomène. Cette situation a amené l'ASN, en 2018, à demander la réalisation anticipée d'une opération de nettoyage chimique avant redémarrage sur les générateurs de vapeur du réacteur 4 de la centrale nucléaire de [Dampierre-en-Burly](#).

D'autre part, l'ASN constate que les dernières opérations de remplacement des générateurs de vapeur des réacteurs de 900 MWe ont été reportées, notamment à cause de nombreux écarts affectant la fabrication de ces équipements. Ces reports ont conduit à la mise en œuvre d'opérations de sécurisation, par bouchage ou manchonnage, des tubes de certains générateurs de vapeur présentant des fissures, jusqu'à leur remplacement. En ce qui concerne les réacteurs de 1 300 MWe, le premier remplacement de générateur de vapeur a été achevé en 2018 sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Paluel.

Enfin, s'agissant des autres équipements du circuit primaire principal, l'ASN considère que leur suivi en service, encadré par les dispositions de l'[arrêté du 10 novembre 1999](#), est réalisé de manière appropriée. La détection en 2017 d'une nouvelle fissure sur la traversée de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#), dont l'absence d'évolution a été constatée en 2018, illustre cependant le risque de nouvelles dégradations associées au vieillissement des installations et confirme la nécessité d'adapter en conséquence le niveau d'exigence de suivi en service et l'anticipation du développement des procédés de réparation.

2.3 _ Les enceintes de confinement

2.3.1 _ Le contrôle des enceintes de confinement

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure de taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.

2.3.2 _ L'évaluation de l'état des enceintes de confinement

• Gestion globale de la fonction de confinement

L'organisation mise en œuvre par EDF pour suivre les activités et systèmes susceptibles d'avoir un impact sur le confinement statique et dynamique des installations est globalement satisfaisante, même si celle-ci tarde parfois à être complètement formalisée. Si le maintien en état des systèmes dédiés fait l'objet de plusieurs actions par EDF, des améliorations sont encore attendues sur l'état du confinement de la troisième barrière et de ses constituants, notamment la maintenance des siphons de sol ainsi que les éléments constitutifs des portes participant au maintien du confinement statique.

• Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2009 dans le cadre de leur troisième visite décennale n'ont pas mis en lumière de problème particulier susceptible de remettre en cause leur exploitation pour dix années supplémentaires, à l'exception du réacteur 5 de la centrale nucléaire de [Bugey](#). Ce dernier est désormais suivi régulièrement depuis qu'une évolution défavorable de l'étanchéité de son enceinte a été mise en évidence en 2011. Cette enceinte a fait l'objet d'une réparation en 2017.

Le vieillissement des enceintes des réacteurs de 900 MWe a été instruit par l'ASN avec l'appui de l'IRSN en 2018 et a été présenté au GPR lors d'une séance dédiée au vieillissement. Cette instruction a conclu que la propreté de la partie extérieure des enceintes doit être améliorée pour permettre de garantir l'absence de stagnation d'eau, de débris, de mousses et d'autres végétations.

• Les enceintes à double paroi

Les résultats des épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de précontrainte de certains câbles plus importantes qu'anticipées lors de la conception.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1 300 MWe les plus affectés, mais aussi des réacteurs de 1 450 MWe.

Les épreuves réalisées depuis ces travaux, lors des deuxièmes et troisièmes visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe et des premières visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe, ont toutes respecté les critères de taux de fuite. Afin de s'assurer que le respect de ces critères sera maintenu dans le temps, EDF a décidé d'améliorer l'étanchéité de la paroi interne des

bâtiments de ces réacteurs en mettant en œuvre des revêtements d'étanchéité sur leur extradoss.

L'ASN reste vigilante sur l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes et sur le maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme. L'efficacité de la fonction de confinement des réacteurs à double paroi a fait l'objet d'une instruction en 2013. L'ASN avait conclu que :

- au-delà de la surveillance satisfaisante de l'état du béton mise en place par EDF, des actions complémentaires de prévention ou de limitation des apports d'eau extérieurs devaient aussi être envisagées car il s'agit, en l'état actuel des connaissances, du principal moyen de préservation des enceintes, notamment vis-à-vis des phénomènes de gonflement du béton ;
- EDF devait renforcer la surveillance en exploitation et l'inspection visuelle de certains points singuliers de ces enceintes (fourreaux, tampon d'introduction des matériels) ;
- le système d'instrumentation qui assure la fonction de contrôle en continu du taux de fuite de l'enceinte (Sexten) doit faire l'objet d'un classement de sûreté par EDF et d'un suivi en exploitation de son bon fonctionnement.

EDF a engagé des actions pour répondre à ces conclusions. L'ASN contrôle, notamment par des inspections, leur bonne mise en œuvre.

2.4 — La prévention et la maîtrise des risques

2.4.1 — Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation

Les règles générales d'exploitation (RGE) encadrent le fonctionnement des réacteurs électronucléaires. Celles-ci sont établies par l'exploitant et déclinent de manière opérationnelle les hypothèses et conclusions des études de sûreté qui constituent la démonstration de sûreté nucléaire. Elles fixent les limites et conditions d'exploitation de l'installation.

• Le fonctionnement normal et le fonctionnement en mode dégradé

Les spécifications techniques d'exploitation

Les spécifications techniques d'exploitation (STE), qui constituent le chapitre III des règles générales d'exploitation, définissent les domaines de fonctionnement normal fondés sur les hypothèses de conception et de dimensionnement de l'installation et requièrent les systèmes nécessaires au maintien des fonctions de sûreté, notamment l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives et la surveillance de ces fonctions en cas d'incident ou d'accident. Elles prescrivent également les conduites à tenir en cas de défaillance momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite, ces situations relevant d'un fonctionnement dit en « mode dégradé ».

Les STE évoluent pour intégrer le retour d'expérience de leur application et les modifications apportées aux réacteurs. De manière ponctuelle, l'exploitant peut les amender temporairement, par exemple pour réaliser une intervention dans des conditions différentes de celles initialement prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il doit alors justifier de la pertinence de cette modification temporaire, et définir les mesures compensatoires adéquates pour maîtriser les risques associés.

Les modifications des STE de nature à affecter les intérêts protégés font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

Lors des inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie que l'exploitant respecte les STE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées aux modifications temporaires. Elle

contrôle également la cohérence entre les modifications des installations mises en œuvre et les documents d'exploitation normale, tels que les consignes de conduite, les fiches d'alarme, les STE et la formation des acteurs en charge de leur application.

Les essais périodiques

Les éléments importants pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement sont des matériels identifiés par l'exploitant. Ils font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer leurs fonctions dans les situations où ils sont nécessaires. Les essais périodiques de ces matériels contribuent à vérifier la pérennité de la qualification et permettent de s'assurer régulièrement de leur disponibilité lorsqu'ils sont requis. Les règles associées, intégrées dans les règles générales d'exploitation des réacteurs, fixent la nature des contrôles techniques à réaliser, leur fréquence et les critères qui permettent de statuer sur le caractère satisfaisant des contrôles, c'est-à-dire sur le respect des exigences de qualification du matériel concerné.

L'ASN s'assure que les essais périodiques relatifs aux EIP sont pertinents et qu'ils font l'objet d'une amélioration continue. Elle exerce cette vérification lors de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur, puis lors des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

Les essais physiques du cœur

Les essais physiques du cœur contribuent aux deux premiers niveaux de la défense en profondeur. Ils ont pour objectif, d'une part, de confirmer que le cœur en cours d'exploitation est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté, d'autre part, de calibrer les systèmes de régulation et de protection automatiques.

Ces essais prescrits dans le chapitre des RGE relatif aux essais physiques du cœur des réacteurs d'EDF sont réalisés périodiquement.

Les essais physiques au redémarrage sont assimilables à des essais de requalification à la suite du rechargement du cœur. Les essais physiques en cours et lors d'une prolongation de cycle permettent de garantir la disponibilité et la représentativité de l'instrumentation ainsi que les performances du cœur en exploitation.

Les modifications des RGE relatives aux essais physiques du cœur sont réalisées suivant un processus similaire à celui régissant les modifications des STE et sont généralement soumises à autorisation de l'ASN.

Lors des inspections sur site, l'ASN contrôle la conformité des essais réalisés (respect des modes opératoires et des critères à vérifier) ainsi que l'organisation d'EDF durant ces phases d'exploitation particulières.

• Les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

La conduite en cas d'incident ou d'accident

Les stratégies et les règles de conduite du réacteur en situation d'incident ou d'accident sont définies dans les RGE. Celles-ci évoluent notamment pour intégrer le retour d'expérience des incidents et accidents, résorber les écarts détectés lors de leur application ou prendre en compte les modifications apportées aux installations, notamment celles issues des réexamens périodiques. Ces modifications sont, pour la plupart, soumises à l'autorisation de l'ASN.

L'ASN contrôle régulièrement les processus d'élaboration et de validation des règles de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre.

Dans ce cadre, l'ASN peut mettre en situation les équipes de conduite de l'installation pour contrôler les modalités d'application des règles précitées et de gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle. Elle veille en particulier à la bonne application des principes d'organisation des équipes de crise décrits dans le référentiel d'EDF validé par l'ASN. Cette organisation prévoit notamment que chaque équipier de crise participe au moins annuellement à un exercice.

La conduite en cas d'accident grave

À la suite d'un incident ou d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave consécutivement à un endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, peu probables, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'enceinte de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement (voir chapitre 4, point 1.3.1). La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes s'appuient sur le plan d'urgence interne (PUI), complété notamment du guide d'intervention en cas d'accident grave et des guides d'action des équipes de crise.

L'ASN examine périodiquement les stratégies développées par EDF dans ces documents, en particulier dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs.

2.4.2 _ L'évaluation de l'exploitation des réacteurs

• Le fonctionnement normal et dégradé

L'année 2018 a été marquée par des difficultés rencontrées par EDF dans la maîtrise des activités de conduite et de maintenance, en particulier lors des redémarrages après les arrêts de réacteur. L'ASN ne constate pas d'amélioration notable de la qualité de l'exploitation des centrales nucléaires par rapport à l'année 2017 dans la mesure où les causes profondes des défauts apparaissent structurelles et où les effets des actions engagées par EDF ne sont pas encore mesurables.

La maîtrise de certaines activités sensibles, telles que les modifications momentanées des configurations des circuits pour procéder aux essais périodiques de certains matériels, à l'origine de non-qualités d'exploitation, semble en voie de progrès sur certains sites. Ces progrès, qui sont à replacer dans le cadre des plans d'action engagés par EDF depuis plusieurs années, restent à conforter.

En revanche, le traitement des alarmes en salle de commande – de leur prise en compte par l'équipe de conduite à la réalisation des actions de conduite requises par les fiches d'alarme – est en retrait. L'ASN note en particulier une accoutumance aux alarmes récurrentes, ce qui est particulièrement préjudiciable puisqu'une même alarme peut signaler des défaillances différentes.

Des défauts de qualité de maintenance sont régulièrement à l'origine d'une augmentation de la durée des phases de redémarrage des réacteurs après leur arrêt pour renouvellement du combustible. Les activités récurrentes, telles que la réalisation d'essais périodiques, ont été par ailleurs à l'origine d'écarts en phase de préparation comme en phase de réalisation. L'appropriation, par les acteurs concernés, des pratiques de fiabilisation des interventions reste insuffisante.

Cette situation conduit l'ASN à reconduire le dispositif de contrôle adapté mis en œuvre en 2018. Il se traduit notamment par des inspections renforcées sur les sites les plus en retrait.

L'ASN constate par ailleurs que les processus qu'EDF met en œuvre pour la conception des spécifications techniques d'exploitation et des règles d'essais périodiques soumises à son autorisation ont été défailants à plusieurs reprises. EDF a notamment dû réviser les règles générales d'exploitation des réacteurs de 1300 MWe appliquées à l'issue de leur troisième visite décennale pour assurer la cohérence entre l'état réel des installations et les documents d'exploitation. Les contrôles renforcés que l'ASN a réalisés en 2018 ont conduit EDF à engager une révision en profondeur de ses processus de conception de la documentation utilisée pour assurer le maintien du fonctionnement des réacteurs dans le périmètre couvert par leur démonstration de sûreté nucléaire.

La planification, la réalisation et l'analyse des résultats des essais périodiques constituent des domaines dans lesquels la quasi-totalité des sites doit progresser. Cette constatation est faite de manière récurrente pour de nombreux sites. Les gammes renseignées d'essais périodiques sont des documents régulièrement contrôlés par les inspecteurs de l'ASN. L'ASN constate que le manque de préparation des essais périodiques conduit parfois à des dépassements de périodicité de réalisation et à ce que les conditions de réalisation de ces essais soient inadéquates. L'autre raison expliquant les retards de réalisation d'essais est la mise en œuvre du nouveau système informatique des centrales, dans lequel la transposition de certains essais périodiques a parfois été mal réalisée. Par ailleurs, les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs reprises des conclusions erronées en matière de disponibilité des matériels à l'issue de la réalisation d'essais périodiques. L'ASN constate aussi que les sites éprouvent des difficultés à traduire les exigences portées par les règles d'essais périodiques dans les gammes d'essais opératoires. L'ensemble de ces situations a fait l'objet de nombreux événements significatifs pour la sûreté. Un événement significatif pour la sûreté concernant l'absence de suivi métrologique de capteurs utilisés pour la validation de critères de sûreté lors des essais périodiques a particulièrement retenu l'attention de l'ASN, qui a veillé à ce que les sites mettent à jour le suivi métrologique des capteurs et que ceux-ci justifient de la disponibilité des matériels ayant fait l'objet d'essais avec des capteurs non suivis.

Par ailleurs, l'ASN a constaté des défauts de contrôle récurrents lors des essais physiques du cœur réalisés au redémarrage des réacteurs et durant l'exploitation. Ces anomalies concernent en particulier les essais de mesures de temps de chute des grappes et compromettent la détection d'éventuels écarts relatifs à la maîtrise de la réactivité. De plus, l'ASN considère nécessaire de renforcer l'exploitation des signaux faibles relatifs aux indisponibilités des matériels valorisés lors des accidents de dilution du réfrigérant primaire.

Comme en 2017, l'ASN constate, en 2018, que le taux de suivi des avis exprimés par la filière indépendante de sûreté (FIS), présente au sein de chaque entité d'EDF, varie de manière significative d'une centrale nucléaire à l'autre. L'ASN a en particulier constaté que les processus de prise de décision d'EDF, qui mobilisent notamment la FIS, ne permettent pas toujours d'assurer que la priorité est accordée à la protection des intérêts.

• La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave

Comme chaque année, l'ASN a mené en 2018 plusieurs inspections sur les dispositions organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident et d'accident. L'une d'elles a été réalisée de manière réactive après un dysfonctionnement

La filière indépendante de sûreté (FIS)

Au sein d'EDF, la FIS assure la vérification en matière de sûreté des actions et décisions prises par les services en charge de l'exploitation des installations. Sur chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui assurent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la Division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.

sévère d'une régulation de pression du circuit primaire du réacteur 5 de la centrale nucléaire du [Bugey](#).

Lors de ces inspections, l'ASN contrôle, d'une part, les modalités d'application des procédures de conduite en situation d'incident ou d'accident et, d'autre part, les aptitudes fonctionnelles de certains matériels nécessaires. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes d'EDF. Elles ont mis en lumière, en 2018, que la connaissance des consignes guidant les gestes que les opérateurs de terrain ont à accomplir mériterait d'être améliorée. L'ASN a également constaté que ces consignes contiennent parfois des erreurs, des imprécisions, voire des instructions impossibles à réaliser, qui n'avaient pas été identifiées lors des contrôles internes qu'EDF met en œuvre.

Afin qu'EDF renforce sa capacité à maîtriser les situations d'accidents qui requièrent l'application de ces consignes, l'ASN a notamment demandé à EDF de renforcer ses contrôles techniques en phase de validation des documents mis à la disposition des opérateurs, de s'assurer de l'applicabilité *in situ* de ces documents avant leur mise en application, d'améliorer la clarté et l'opérabilité des documents encadrant l'utilisation des matériels mobiles en situation dégradée ou en situation d'urgence et de réaliser des mises en situation d'exercice avec l'utilisation des consignes locales.

Les inspections sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne.

Si le retour d'expérience des exercices et des situations réelles est bien réalisé par EDF, l'ASN constate que l'exploitant n'en tire pas encore pleinement le bénéfice dans la mesure où certains axes d'amélioration sont identifiés de manière récurrente. Néanmoins, ce retour d'expérience montre que les relations entre chaque centrale nucléaire et les acteurs tiers impliqués dans la gestion d'une situation d'urgence (hôpitaux, services de secours) sont satisfaisantes et renforcent l'intérêt de tels exercices.

Les centrales nucléaires d'EDF n'ont pas activé de PUI en 2018.

L'ASN poursuivra en 2019 le contrôle de l'application des dispositions de sa [décision n° 2017-DC-0592](#) du 13 juin 2017 relative aux obligations des exploitants d'installations nucléaires de base en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne. La mise en conformité par rapport aux dispositions de la décision se poursuit.

2.4.3 – Le contrôle de la maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté. Il s'agit d'une thématique importante qui fait l'objet de contrôles par l'ASN lors de ses inspections dans les centrales nucléaires.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements participant à la sûreté mais aussi à la performance industrielle, EDF optimise ses activités de maintenance en s'inspirant d'autres pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger.

Ainsi, EDF a engagé en 2010 le déploiement d'une nouvelle méthodologie de maintenance, dénommée AP-913, développée par les exploitants nucléaires américains. Le principal intérêt de cette méthode est de rendre les matériels plus fiables grâce à un suivi en service permettant d'améliorer la maintenance préventive.

La déclinaison de cette méthodologie de maintenance repose sur la mise en œuvre des six processus suivants :

- l'identification des matériels critiques et la détermination des programmes de maintenance et de suivi associés ;
- la définition des exigences de suivi et de maintenance des matériels ;
- l'analyse des performances des matériels et des systèmes ;
- la définition et le pilotage des actions correctives ;
- l'amélioration continue des référentiels et du pilotage de la fiabilité ;
- la gestion du cycle de vie des matériels.

Après un bilan du déploiement de l'AP-913 réalisé à la mi-2016, EDF a souhaité faire évoluer ses pratiques afin de garantir la qualité des gestes de maintenance, de recentrer le suivi des performances sur les matériels et systèmes à forts enjeux et d'optimiser le volume des opérations de maintenance.

2.4.4 – L'évaluation de la maintenance

L'ASN constate qu'EDF a mis en place des plans d'action pour réduire l'occurrence des défauts de qualité de maintenance, mais constate également que ceux-ci persistent à un niveau encore trop élevé. Plusieurs d'entre eux auraient pu être évités par une meilleure prise en compte du retour d'expérience entre réacteurs, y compris sur un même site. Un manque d'attitude interrogative et de proactivité dans la mise en œuvre d'actions correctives adaptées est trop souvent observé pour l'identification et le traitement d'écarts liés à des activités de maintenance.

L'ASN note toujours des défauts de maîtrise des activités dus à des difficultés dans l'approvisionnement des pièces de rechange, en particulier à cause de pièces de rechange non disponibles ou non conformes, mais la tendance à une légère amélioration observée en 2017 s'est confirmée en 2018.

L'ASN observe également régulièrement un manque de rigueur dans les actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, ainsi que des déficiences dans la traçabilité et la fiabilisation des interventions. De plus, les intervenants doivent toujours faire face à des contraintes liées à l'organisation du travail, telles que la préparation insuffisante de certaines activités, des modifications imprévues de planning ou des problèmes de coordination des chantiers, qui provoquent des retards ou des reports d'activités. Ces difficultés sont plus particulièrement rencontrées lors des activités non planifiées, telles que le traitement d'aléas.

La gestion du maintien de la qualification des équipements aux conditions accidentelles devrait être améliorée, en particulier pour l'intégration par les sites des documents prescriptifs en raison de documents opérationnels inadaptés ou mal appliqués. Les opérations de requalification des équipements après des travaux de maintenance ne permettent pas toujours de détecter une mauvaise réalisation des travaux. En conséquence, les phases de redémarrage des réacteurs constituent trop souvent l'occasion de détecter des défauts de qualité de maintenance, ce qui peut prolonger de manière significative ces phases.

La méthode de maintenance AP-913 (voir 2.4.3) est de nature à permettre à l'exploitant de disposer d'une meilleure connaissance de l'état de ses installations et d'en assurer une maintenance plus régulière. Toutefois, l'ASN considère que des actions volontaristes doivent être engagées par EDF pour renforcer ses processus de maintenance. En particulier, EDF doit encadrer davantage leur mise en œuvre et y allouer les moyens nécessaires. Par ailleurs, EDF doit s'assurer que l'ensemble des intervenants respecte les méthodes préconisées pour le renseignement des indicateurs de suivi des matériels, la préparation, la réalisation et le compte rendu des visites de terrain ainsi que la traçabilité des décisions de maintenance.

Malgré cela, l'ASN considère que la plupart des sites ont réussi à s'organiser pour mener à bien des opérations de maintenance conséquentes, comme par exemple la préparation et la réalisation des visites décennales qui mobilisent fortement leurs ressources, notamment les plus expérimentées, en raison des phases de maintenance particulièrement intenses.

Dans la perspective de la poursuite du fonctionnement des réacteurs, du programme « grand carénage » et du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN considère important qu'EDF poursuive ses efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et pour améliorer l'efficacité de ses activités de maintenance.

2.4.5 – La prévention des effets des agressions internes et externes

• Les risques liés aux incendies

Les centrales nucléaires, comme les autres installations nucléaires de base, sont soumises à la [décision n° 2014-DC-0417](#) de l'ASN du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux installations nucléaires de base pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et la lutte contre l'incendie.

Des règles de conception doivent empêcher l'extension d'un incendie et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur la « sectorisation incendie ». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Elle a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :

- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les

travaux susceptibles de générer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

Enfin, la détection des départs de feu et la lutte contre un incendie doivent permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

L'ASN contrôle la prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, le suivi des événements significatifs qu'il déclare et les inspections réalisées sur les sites.

Les risques importants associés à l'incendie ont fait l'objet de nombreuses demandes de l'ASN depuis 2003, et l'ASN a donc rappelé à EDF en 2016 qu'elle attend, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une démonstration structurée et robuste fondée sur une approche de défense en profondeur. L'ASN instruit les méthodes de justification produites par EDF. Celles-ci seront soumises à l'avis du GPR en 2019.

• Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de matières radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation contre l'explosion.

L'ASN contrôle ces mesures de prévention et de surveillance et veille particulièrement à la prise en compte du risque d'explosion dans le référentiel et l'organisation d'EDF. L'ASN s'assure également du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

• Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à l'arrêt sûr du réacteur, le refroidissement du combustible et le confinement des produits radioactifs. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau...) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation...). Ces dispositions font l'objet de contrôles réguliers par l'ASN.

L'ASN reste vigilante sur les risques d'inondation interne induits par un séisme, ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience et en particulier le traitement des écarts affectant certaines dispositions de protection contre l'inondation interne.

• Les risques liés aux inondations externes

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du [Blayais](#) en décembre 1999 a amené les exploitants, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté de leurs installations face à ce risque dans des conditions plus sévères qu'auparavant et à effectuer de nombreuses améliorations de la sûreté, selon un échéancier défini au regard des enjeux. Conformément aux prescriptions de l'ASN, EDF a achevé en 2014 les travaux requis sur l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En parallèle, pour s'assurer d'une prise en compte plus exhaustive et plus robuste du risque d'inondation, dès la conception des installations, l'ASN a publié en 2013 le [guide n° 13](#) relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Pour les installations existantes, l'ASN a

demandé à EDF, en 2014, de prendre en compte les recommandations du guide pour l'ensemble de ses réacteurs :

- pour les réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a demandé à EDF de privilégier le troisième réexamen périodique ;
- pour les autres réacteurs en fonctionnement, EDF privilégiera les prochains réexamens périodiques (quatrième réexamens des réacteurs de 900 MWe et deuxième réexamens des réacteurs de 1450 MWe).

À l'issue des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS) réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré que, en matière de protection contre les inondations, les exigences résultant de la réévaluation complète conduite à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 permettaient de conférer aux centrales nucléaires un haut niveau de protection contre le risque d'inondation externe. Toutefois, l'ASN a pris plusieurs [décisions en juin 2012](#) pour demander aux exploitants :

- de renforcer la protection des centrales nucléaires face à certains aléas comme les pluies de forte intensité et les inondations sismo-induites ;
- de définir et de mettre en place un « [noyau dur](#) » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, notamment en cas d'inondation au-delà du référentiel de dimensionnement (voir point 2.9).

• Les risques liés au séisme

Bien que la sismicité soit modérée, voire faible, en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens périodiques.

La [règle fondamentale de sûreté \(RFS\) n° 2001-01](#) du 31 mai 2001 définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les installations nucléaires de base de surface (à l'exception des installations de stockage à long terme de déchets radioactifs).

Cette RFS est complétée par le [guide de l'ASN 2/01](#) de mai 2006 qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF sont ainsi dimensionnées à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances relatives à la sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du retour d'expérience à l'international sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

L'évolution des connaissances conduit EDF à réévaluer l'aléa sismique dans le cadre des réexamens périodiques, en particulier dans le cadre des :

- troisièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1300 MWe ;
- quatrième réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe ;
- deuxième réexamens périodiques des réacteurs de 1450 MWe.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a prescrit à EDF de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes comparables, dans le contexte français, à celle survenue le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » doit notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen périodique des installations.

Dans le cadre de la définition de ce niveau de séisme exceptionnel, l'ASN a demandé à EDF de compléter la démarche déterministe de définition de l'aléa sismique par une approche probabiliste, afin de se rapprocher des meilleures pratiques connues au niveau international.

L'ASN considère que les évaluations des aléas sismiques déterminés par EDF sont acceptables, à l'exception de celles concernant les centrales nucléaires de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#), [Fessenheim](#), [Chinon](#) et [Chooz](#) qui sont insuffisantes au regard de l'état des connaissances. L'ASN a donc demandé à EDF en 2015 et 2016 :

- de réévaluer les spectres sismiques des centrales nucléaires de Saint-Alban/Saint-Maurice, Fessenheim, Chinon et Chooz pour tenir compte des incertitudes ;
- de définir un programme de travail de vérification de la tenue des matériels et des ouvrages de génie civil et de mettre en œuvre les éventuels renforcements sismiques dans le cadre des réexamens périodiques.

• Les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Au cours des événements caniculaires de ces dernières décennies, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

EDF a pris en compte ce retour d'expérience et a engagé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de température de l'air et de l'eau plus sévères que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux situations dites de « grands chauds », EDF a engagé le déploiement de modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, EDF a engagé un programme de modification de ses installations visant à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

En ce qui concerne les réacteurs de 900 MWe, l'ASN a donné son accord en 2012 à la déclinaison du référentiel et à l'intégration des modifications qui en découlent. L'ASN a également demandé à EDF de prendre en compte ses remarques formulées lors de cette instruction pour l'élaboration et la déclinaison des référentiels des autres types de réacteurs.

L'ASN a demandé en 2016 à EDF de prendre en compte le retour d'expérience des événements caniculaires de 2015 et 2016 ainsi que leurs effets sur les installations dans le cadre des études prévues pour les quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe. Les conclusions de ces études pourront, le cas échéant, être prises en compte lors de la révision des études relatives aux autres types de réacteurs.

• Les risques liés à la foudre

Les mesures relatives au risque de foudre pour les centrales nucléaires reposent actuellement principalement sur les dispositions prévues par la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Cette réglementation impose la réalisation d'une analyse des risques liés à la foudre visant à identifier le besoin ou non de protection pour les différents bâtiments et d'une étude technique qui détermine la nature des systèmes de protection à mettre en place (principalement des parafoudres et des paratonnerres), le lieu de leur implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN a indiqué à EDF que l'application de cet arrêté ne permet pas d'atteindre un niveau de sûreté suffisant pour les centrales nucléaires et a lui demandé de transmettre une nouvelle méthodologie prenant notamment en compte les cumuls plausibles avec d'autres agressions et les effets induits de la foudre (incendie et perte des alimentations électriques externes). La nouvelle méthodologie proposée par EDF fait actuellement l'objet d'une instruction par l'ASN.

• Autres agressions

La démonstration de sûreté des centrales nucléaires d'EDF prend également en compte d'autres agressions comme les grands vents, la neige, les tornades, les températures froides de l'air, les agressions d'origine anthropique (transport de matières dangereuses, installations industrielles, chute d'aéronefs...) et les agressions de la source froide.

2.4.6 – L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués sur l'ensemble des centrales pour piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

• Les risques liés aux incendies

Sur la base de ses inspections, l'ASN constate que la prise en compte du retour d'expérience en matière de risque d'incendie est plutôt satisfaisante et que la rénovation du système de détection incendie se poursuit sur les réacteurs nucléaires.

Le nombre de départs de feu enregistrés pour l'année 2018 est inférieur à celui de 2017.

Toutefois, des constats déjà effectués les années précédentes restent d'actualité sur certains sites inspectés :

- une gestion pas toujours adaptée des anomalies de sectorisation des locaux afin de prévenir la propagation d'un incendie ;
- des écarts liés à la gestion des inhibitions de la détection incendie ;
- des écarts de gestion des entreposages de matériels qui représentent des potentiels calorifiques importants, notamment lors des phases d'arrêt de réacteur ;
- des écarts dans la mise en œuvre des permis de feu, et une gestion pas toujours adaptée des mesures compensatoires qui sont définies dans les analyses du risque d'incendie ;
- des fragilités dans la maintenance des matériels fixes d'aspersion ;
- des difficultés d'accessibilité des matériels de lutte contre l'incendie ;
- des fragilités dans le domaine de la lutte contre l'incendie.

En 2018, l'ASN a réalisé des inspections ayant pour thème la maîtrise des risques liés à l'incendie sur l'ensemble des centrales nucléaires et a demandé la mise en œuvre d'actions correctives visant à remédier aux constats réalisés.

L'ASN constate les efforts entrepris par certains sites pour réduire ces écarts par le déploiement d'outils et de plans d'action mais considère que ces derniers, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un meilleur accompagnement auprès du personnel. Ainsi l'ASN a constaté qu'EDF a notamment engagé, en 2018, un plan d'action visant à identifier les locaux particulièrement sensibles au risque d'incendie et à fiabiliser, dans ces derniers, la maîtrise des risques liés à cette agression.

Par ailleurs, les délais de résorption de certains écarts ou de mise en œuvre d'actions correctives issues du retour d'expérience méritent d'être réduits.

L'ASN a demandé à EDF de porter une attention particulière à la gestion des matières combustibles introduites dans le bâtiment du réacteur, notamment lors des phases d'arrêt de réacteur.

• Les risques liés aux explosions

Malgré les actions engagées par EDF, la maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore satisfaisante sur l'ensemble des réacteurs nucléaires. Certaines actions de maintenance et de contrôles demandées par la doctrine interne d'EDF ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante. De plus, l'ASN constate que la mise à jour de certains documents (procédures d'essais périodiques et documents relatifs à la protection contre les explosions), l'intégration du retour d'expérience, le traitement de certains écarts et le déploiement de certaines modifications font parfois l'objet de reports qui ne sont pas toujours justifiés au regard des conséquences potentielles pour la sûreté.

L'ASN constate les efforts entrepris par EDF pour réduire ces écarts, par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement de plans d'action. Toutefois, l'ASN considère qu'EDF doit continuer à exercer une attention toute particulière à ce sujet, ainsi qu'à l'application de la réglementation relative aux risques liés à la formation d'atmosphères explosives (ATEX), et s'assurer que la démarche de prévention des risques d'explosion est déclinée avec toute la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

• Les risques liés aux inondations internes

Les dispositions de prévention et de maîtrise du risque d'inondation interne font également l'objet de contrôles réguliers de l'ASN. Il ressort de ces inspections que les mesures prises pour maîtriser ce type d'agression ne sont pas au niveau attendu pour l'ensemble des sites. L'ASN constate en particulier que sur certains sites, le réseau de référents est encore en cours de mise en place et n'est pas totalement opérationnel.

Événement significatif pour la sûreté relatif à un défaut de résistance au séisme

EDF a déclaré en 2018 un [événement significatif](#) pour la sûreté nucléaire relatif à un défaut de résistance au séisme de passerelles métalliques du réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#), des réacteurs 2, 3 et 4 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#), des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Flamanville](#), du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Golfech](#), des réacteurs 1, 2, 3 et 4 de la centrale nucléaire de [Paluel](#), des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Penly](#) et des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#).

EDF a indiqué que ces passerelles pouvaient aggraver les matériels importants pour la protection des intérêts, situés à proximité ou en dessous, en cas de séisme.

Un séisme pourrait alors conduire à des situations non couvertes par la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a engagé des travaux de renforcement de ces passerelles et a défini un calendrier pour l'ensemble des réacteurs concernés, que l'ASN a considéré acceptable au regard des enjeux en matière de sûreté nucléaire. Pour les réacteurs dont les passerelles restent à renforcer, l'ASN a encadré la réalisation de ces travaux en prescrivant le respect de ce calendrier.

Compte tenu de ses conséquences potentielles pour la sûreté nucléaire en cas de séisme, l'ASN a classé cet événement significatif au niveau 1 de l'[échelle INES](#) pour les 15 réacteurs concernés.

EDF a engagé des visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'étudier la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements dans les autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

EDF a déclaré à l'ASN en 2016 et 2017 plusieurs événements significatifs pour la sûreté relatifs à des écoulements d'eau causés par des fuites de tuyauteries en mauvais état ou des erreurs de consignation de vannes lors d'opérations de maintenance.

Des efforts importants sont attendus sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise du risque d'inondation, en particulier sur :

- la maintenance des équipements nécessaires (tuyauteries, siphons de sol...);
- les analyses de risques lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement nécessaire;
- le respect des échéances des actions identifiées lors des revues annuelles;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel EDF et des prestataires.

• Les risques liés au séisme

Les conditions d'exploitation et de maintenance du matériel de détection sismique sont considérées satisfaisantes. Les revues annuelles permettent d'identifier des axes de progrès, qui sont globalement mis en œuvre. Il convient toutefois qu'EDF poursuive ses efforts, notamment dans le domaine de la formation des agents et de la sensibilisation des prestataires. L'ASN constate que les consignes de conduite en cas de séisme ne sont pas toujours suffisamment opérationnelles et que des mises en situation plus régulières permettraient d'améliorer leur applicabilité.

EDF déclare régulièrement des événements significatifs pour la sûreté pour défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes. EDF doit donc poursuivre ces contrôles visant la maîtrise de la conformité de ses installations aux dispositions prévues pour faire face à un séisme. En 2018, EDF a en particulier déclaré un [événement significatif](#) pour la sûreté relatif à un défaut de résistance au séisme de passerelles (voir encadré).

• Les risques liés aux températures extrêmes

Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation pour la préparation de la mise de l'installation en configuration estivale ou hivernale.

L'ASN constate de façon récurrente lors de ses inspections qu'EDF n'engage pas systématiquement les actions attendues en cas de dépassement de certains seuils de température. Ces constats ont amené l'ASN à formuler des demandes d'actions correctives. Les analyses de risques associées à la mise en place des parades doivent également être améliorées.

• Les risques liés à la foudre

Les inspections relatives à la foudre mettent en évidence la nécessité de mettre en place, sur l'ensemble des sites, une organisation et un pilotage renforcés afin d'améliorer la prise en compte des exigences réglementaires associées à la maîtrise de cette agression.

Les analyses des risques liés à la foudre peuvent reposer sur des informations ne reflétant pas la situation réelle des installations. L'ASN constate également un retard notable dans la réalisation des travaux identifiés dans les études techniques. Les échéances de réalisation des vérifications périodiques des systèmes de protection contre la foudre par des organismes de contrôle compétents ne sont globalement pas respectées. Ces éléments ont fait l'objet de demandes d'actions correctives. EDF a défini un programme de travail pour améliorer la situation.

2.4.7 – Le contrôle de la conformité des installations aux exigences

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de protection des intérêts. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations aux exigences issues de cette démonstration.

• Les arrêts de réacteur

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Les exigences définies

L'[arrêté du 7 février 2012](#) dispose qu'une exigence définie est une « exigence assignée à un élément important pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement, afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'[article L. 593-7 du code de l'environnement](#) ou à une activité importante pour la protection (AIP) des personnes et de l'environnement afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration ».

Pour les EIP, ces exigences peuvent notamment porter sur :

- les caractéristiques des matériaux constitutifs ;
- les procédés de fabrication, d'assemblage, de montage et de réparation ;
- les grandeurs physiques et critères caractéristiques de la performance de l'EIP.

Pour les AIP, les exigences peuvent notamment porter sur :

- les compétences nécessaires pour l'accomplissement de l'activité ;
- les habilitations nécessaires, le cas échéant ;
- les contrôles et points d'arrêt ;
- les équipements et matériels requis pour permettre l'exécution de l'activité dans le respect des exigences réglementaires, voire contractuelles, de façon à garantir le respect de la démonstration de sûreté.

Le traitement des écarts

Un écart est un non-respect d'une exigence définie ou d'une exigence fixée par le système de management intégré de l'exploitant. Un écart peut ainsi affecter une structure, un système ou un composant de l'installation. Il peut aussi porter sur le respect d'un document d'exploitation ou sur le fonctionnement d'une organisation.

La réglementation impose à l'exploitant d'identifier l'ensemble des écarts affectant ses installations et de procéder à leur traitement. Les activités attachées au traitement des écarts sont des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement. Elles sont donc soumises à des exigences de contrôle et de surveillance dont la mise en œuvre est régulièrement contrôlée par l'ASN.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles, avec des précautions particulières, toutefois, en matière de radioprotection, certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit pour vérifier l'état des matériels en réalisant des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement (ASR) et arrêt pour visite partielle (VP) : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont

consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une VP que lors d'un ASR ;

- arrêt pour visite décennale (VD) : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance approfondi. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les dix ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la [décision n° 2014-DC-0444](#) de l'ASN du 15 juillet 2014 relative aux arrêts et aux redémarrages des réacteurs à eau sous pression, porte principalement :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur le contenu du programme d'arrêt établi par l'exploitant. L'ASN peut demander, le cas échéant, des compléments à ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion d'inspections et de points d'information réguliers, sur la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas rencontrés ;
- en fin d'arrêt, à l'occasion de la présentation par l'exploitant du bilan de l'arrêt du réacteur, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur ;
- après le redémarrage du réacteur, sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et en phase de redémarrage.

• L'identification et le traitement des écarts

Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du retour d'expérience peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles...

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'[arrêté du 7 février 2012](#), jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

• Les vérifications « au fil de l'eau »

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

• Les vérifications lors des arrêts de réacteur

EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production. Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage du réacteur, l'ASN demande à

Tenue au séisme des systèmes auxiliaires des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel

EDF a déclaré en 2017 un événement significatif pour la sûreté portant sur l'absence de démonstration de résistance au séisme des ancrages dans le génie civil des systèmes auxiliaires des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel (diesels de secours) de ses réacteurs électronucléaires. L'ASN a classé cet événement au niveau 2 sur l'[échelle INES](#).

L'événement recouvre à la fois des problèmes de conception génériques à l'ensemble des réacteurs concernés et des problèmes locaux liés à un mauvais état ou à un mauvais montage des ancrages. Il a fait l'objet de notes d'information de l'ASN le [20 juin 2017](#), le [30 octobre 2017](#) et le [17 janvier 2018](#). Il concernait alors 26 réacteurs de 900 et 1 300 MWe.

Le 3 avril 2018 puis le 16 novembre 2018, EDF a déclaré à l'ASN, après analyse du résultat de contrôles complémentaires, que d'autres réacteurs de 900 MWe étaient également concernés par cet événement. L'ASN a donc classé au niveau 2 de l'[échelle INES](#) cet [événement significatif](#) pour 11 réacteurs supplémentaires.

Chacun des réacteurs des centrales nucléaires françaises dispose de deux diesels de secours. Ces équipements assurent de façon redondante l'alimentation électrique de certains systèmes de sûreté en cas de défaillance des alimentations électriques externes, notamment à la suite d'un séisme. Les diesels de secours sont composés d'un alternateur, d'un moteur Diesel et de systèmes auxiliaires (circuits de refroidissement, de prégraissage...). En cas de perte des alimentations électriques externes provoquée



Groupe électrogène de secours à moteur Diesel de la centrale nucléaire de Penly

par un séisme, le fonctionnement des diesels de secours pourrait ne plus être assuré en raison de la défaillance de leurs systèmes auxiliaires.

L'ensemble des réacteurs concernés par cet événement a fait l'objet de travaux pour renforcer les ancrages des systèmes auxiliaires des diesels de secours. Certains contrôles ne pouvant être réalisés que lorsque le réacteur est arrêté pour rechargement de combustible doivent toutefois encore être menés et analysés.

L'ASN s'assure, dans le cadre de ses inspections, de la bonne réalisation des contrôles et des travaux de renforcements des ancrages.

EDF d'identifier les écarts non résorbés, de mettre en œuvre les dispositions compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

• Les vérifications décennales : les examens de conformité

EDF réalise des réexamens périodiques de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans, conformément à la réglementation (voir point 2.10.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'il a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications peuvent être complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive.

• Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN

En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit par exemple au titre du retour d'expérience d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections, ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées par l'exploitant dans le cadre des réexamens périodiques.

• Les modalités d'information de l'ASN et du public

Lorsqu'un écart est détecté, EDF, comme tout exploitant d'INB, est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire,

la radioprotection et la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet alors à l'ASN une déclaration d'événement significatif. Les événements ainsi déclarés font l'objet, à partir du niveau 1 sur l'[échelle INES](#), d'une information du public sur [asn.fr](#).

• Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité

Pour les écarts les plus importants, l'ASN a publié le 6 janvier 2015 le [guide n° 21](#) relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à garantir la maîtrise du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

• Les événements significatifs

EDF est tenue de déclarer à l'ASN puis d'analyser les événements significatifs survenant dans ses centrales nucléaires (voir chapitre 3, point 3.3). Chaque événement significatif fait l'objet, lorsque cela est approprié, d'un classement par l'ASN sur l'[échelle INES](#). Ce processus de déclaration et d'analyse des événements significatifs contribue au retour d'expérience et à la démarche d'amélioration continue de la protection des intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).



Inspection de revue de l'ASN à la centrale nucléaire de Gravelines - mai 2018

L'ASN examine aux niveaux local et national l'ensemble des événements significatifs déclarés (la synthèse de leur analyse pour l'année 2018 figure au point 2.4.8.) et contrôle le traitement de ces événements par EDF. Les événements significatifs jugés notables du fait de leur gravité ou de leur caractère récurrent ou générique font l'objet d'une analyse approfondie par l'ASN.

Lors d'inspections dans les centrales nucléaires et les services centraux d'EDF, l'ASN contrôle l'organisation de l'exploitant et les actions menées pour tirer les enseignements techniques et organisationnels du retour d'expérience.

2.4.8 _ L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

Les programmes d'essais périodiques, de maintenance et de remplacement des matériels, la démarche de réexamen périodique des réacteurs ainsi que la correction des écarts doivent permettre à l'exploitant de contrôler et de veiller au maintien dans le temps de la capacité des matériels d'une centrale nucléaire à assurer les fonctions qui leur sont assignées pour la protection des personnes et de l'environnement.

La détection, la caractérisation et le traitement des écarts font l'objet de dispositions réglementaires de l'[arrêté du 7 février 2012](#). Ces dispositions sont importantes puisqu'elles participent à la maîtrise de la conformité des installations aux exigences de protection des intérêts visés par la loi, condition nécessaire à leur exploitation. En outre, la maîtrise de la conformité doit permettre des améliorations découlant des réexamens périodiques afin de reposer sur un état réel des installations connu et robuste.

Ces dernières années, l'ASN a retenu parmi ses thèmes prioritaires d'inspection la gestion des écarts affectant les centrales nucléaires. Les résultats de ces inspections ont mis en lumière des difficultés rencontrées par les centrales nucléaires pour l'identification, la caractérisation et le traitement des écarts.

Les contrôles menés par EDF ou demandés par l'ASN en 2018, pendant les arrêts programmés de réacteurs comme pendant les périodes de production des réacteurs, ont mis en évidence plusieurs écarts remettant en question la capacité de certains systèmes importants pour la sûreté à assurer leurs fonctions, tels que les systèmes électriques, les grappes de commande, des systèmes de sauvegarde, certains systèmes de ventilation ou la source froide.

Certains écarts identifiés sont liés à des modes de défaillance non pris en compte lors de la conception des réacteurs. C'est le cas, par exemple, de l'événement significatif pour la sûreté relatif au défaut de résistance au séisme de passerelles sur certains réacteurs de 1 300 MWe et de l'événement significatif pour la sûreté relatif au risque de blocage de grappes de commande dû à l'usure prononcée des manchettes thermiques des couvercles des cuves (voir encadrés dédiés).

D'autres écarts sont liés à un mauvais état ou à des non-conformités par rapport aux plans des équipements. C'est le cas par exemple de l'insuffisance de résistance au séisme de certaines brides positionnées au refoulement des pompes du système d'eau brute secourue (source froide), ou encore la non-conformité de supports sur des tuyauteries auxiliaires des pompes du système d'injection de sécurité à moyenne pression. Enfin, l'ASN a mis en demeure EDF de réaliser les travaux nécessaires à la remise en conformité de 14 équipements sous pression de certains réacteurs de 900 MWe qui avaient été sous-dimensionnés.

En 2018, l'ASN a réalisé une inspection renforcée sur le thème de l'identification et le traitement des écarts sur la centrale nucléaire de [Cruas-Meysse](#). Les inspecteurs ont notamment relevé, sur le terrain, plusieurs dégradations significatives susceptibles d'affecter le fonctionnement de différents systèmes (alimentation secourue des générateurs de vapeur, groupes électrogènes de secours, système de réfrigération de la piscine d'entreposage des combustibles usés).

Les écarts identifiés en 2018 et les constats relevés lors d'inspections conduisent à la même conclusion que celle présentée dans le rapport annuel de 2017 : l'état réel de conformité des installations doit être sensiblement amélioré.

EDF a engagé en 2018 une révision de son référentiel interne applicable à ses centrales nucléaires afin d'améliorer le traitement des écarts et assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux pour la sûreté. L'ASN a constaté en particulier en 2018 que la propension d'EDF à résorber rapidement un écart s'est améliorée.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à l'évolution de la situation en 2019, et poursuivra à cet égard les inspections sur l'état des matériels et des systèmes. La maîtrise de la conformité des installations en fonctionnement constituera un axe de contrôle majeur de l'ASN en 2019, notamment lors de la quatrième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#).

• L'analyse des statistiques sur les événements significatifs

En application des règles relatives à la déclaration des événements significatifs (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2018, 686 événements significatifs au titre de la sûreté, 169 au titre de la radioprotection et 75 au titre de la protection de l'environnement.

Le tableau 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'[échelle INES](#) depuis 2008.

Le tableau 2 présente l'évolution depuis 2008 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : événements significatifs pour la sûreté (ESS), événements significatifs pour la radioprotection (ESR) et événements significatifs pour l'environnement (ESE). Les événements hors [échelle INES](#) sont également pris en compte.

Plusieurs événements similaires ou résultant de causes communes affectent plusieurs centrales nucléaires. Ils sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs génériques (ESG). Vingt-six ont été déclarés en 2018 dont vingt-cinq dans le domaine de la sûreté nucléaire et un dans le domaine de la radioprotection.

Le nombre d'événements significatifs a augmenté d'environ 1,5% en 2018 par rapport à l'année précédente.

Risque de blocage de grappes de commande des réacteurs de 1 300 MWe

EDF a déclaré à l'ASN le 14 février 2018 un [événement significatif](#) pour la sûreté relatif à un risque de blocage de grappes de commande dû à l'usure prononcée des manchettes thermiques des couvercles des cuves du réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#) et du réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#). L'ASN a classé cet événement au niveau 1 sur l'[échelle INES](#).

Les couvercles des cuves des réacteurs électronucléaires sont équipés de manchettes thermiques à l'endroit où les grappes de commande les traversent. Les grappes de commande sont des groupes de tiges solidaires et mobiles contenant une matière absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler le niveau de puissance du réacteur grâce à leur insertion dans le cœur du réacteur et de stopper la réaction nucléaire en cas de situation incidentelle ou accidentelle.

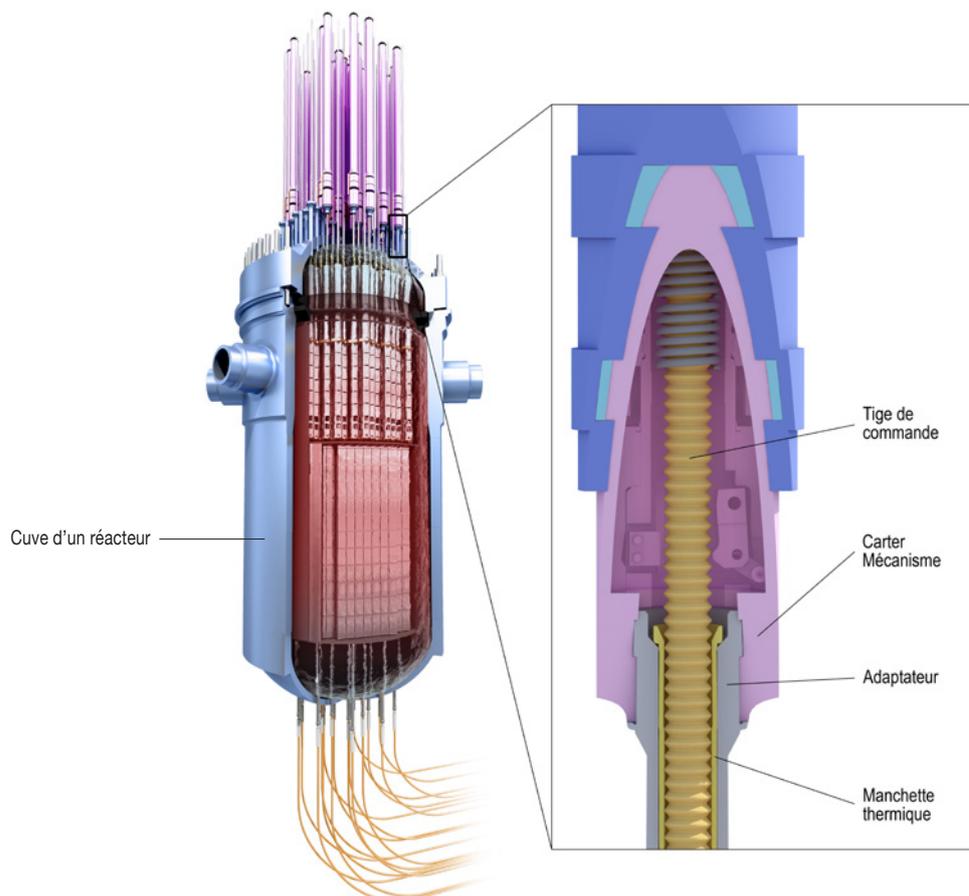
L'usure prononcée de plusieurs manchettes thermiques a conduit à la rupture de leur partie supérieure, qui a alors formé un anneau métallique. Cet anneau est ensuite venu bloquer la course d'une des grappes de commande. Un tel blocage a été constaté par EDF le 3 novembre 2017 sur

le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Saint-Alban, les 5 et 13 décembre 2017 sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire et le 17 août 2018 sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Nogent-sur-Seine](#).

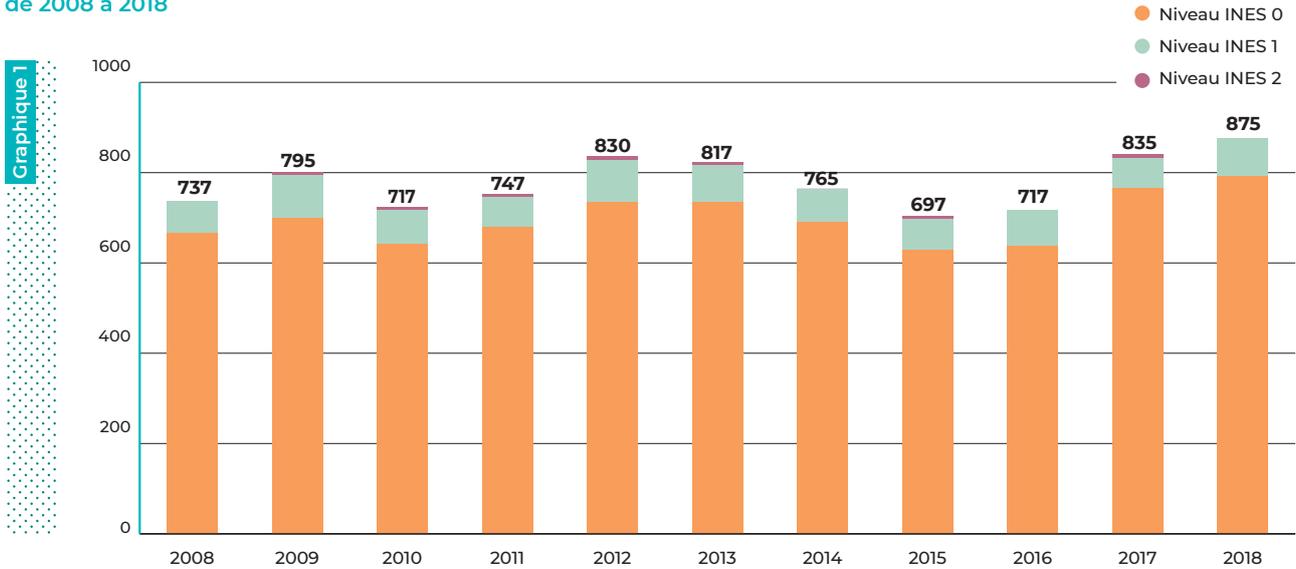
Les contrôles et réparations éventuelles nécessitent l'arrêt du réacteur. Depuis la détection de cette usure, EDF contrôle les manchettes thermiques de tous ses réacteurs. Les investigations menées ont montré que les vingt réacteurs de 1 300 MWe d'EDF sont particulièrement susceptibles d'être affectés par cette usure prononcée. Ces derniers seront contrôlés au plus tard lors de leur prochain arrêt pour rechargement du combustible, dont les derniers sont planifiés au premier trimestre 2019.

Pour les réacteurs de 1 300 MWe qui n'ont pas encore été contrôlés, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des essais mensuels de chute des grappes de commande et de mettre en place des mesures d'exploitation afin de s'assurer de l'arrêt automatique du réacteur même en cas de blocage de plusieurs grappes.

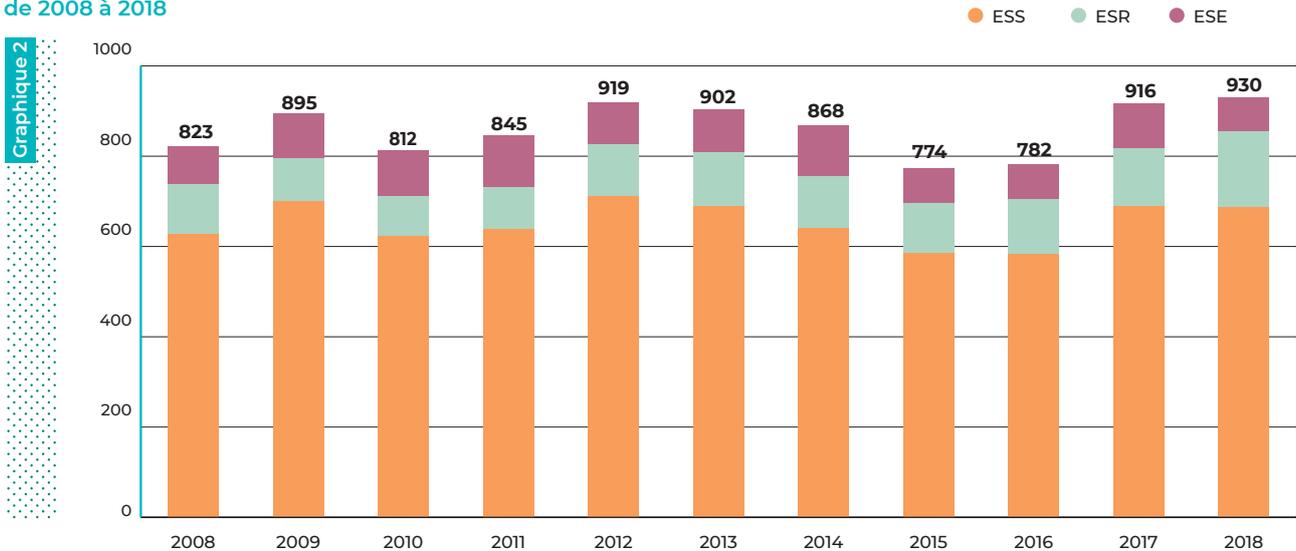
L'ASN a contrôlé les investigations menées par EDF et la mise en place des dispositions qu'elle a demandées.



Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2008 à 2018



Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2008 à 2018



2.5 — La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

2.5.1 — Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets

• Le contrôle de la gestion des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Le code de l'environnement donne compétence à l'ASN pour édicter les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents des installations nucléaires de base (voir chapitre 3, point 4.1). Les lois et textes réglementaires relatifs à la protection de l'environnement applicables aux centrales nucléaires de production d'électricité françaises sont composés de textes génériques, principalement le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et les décisions [n° 2013-DC-0360](#) de l'ASN du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des

nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base et n° [2017-DC-0588](#) de l'ASN du 6 avril 2017 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, ainsi que de textes réglementaires spécifiques à chacune des centrales nucléaires :

- les décisions fixant les modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs) ;
- les décisions fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs). Ces décisions sont homologuées par le ministre chargé de la sûreté nucléaire ;
- les arrêtés préfectoraux d'autorisation de prélèvement d'eau et de rejets d'effluents liquides et gazeux : antérieurs

L'amélioration du confinement des substances dangereuses liquides dans les centrales nucléaires

À la suite d'une demande de l'ASN formulée en 2013, EDF a engagé un état des lieux de sa capacité à prévenir, de manière fiable et pérenne, les écoulements accidentels dans l'environnement de substances dangereuses et d'effluents susceptibles de résulter de la lutte contre un incendie. Ces écoulements, s'ils n'ont pas été recueillis en amont, sont susceptibles de se déverser dans le réseau des eaux usées et pluviales du site et dans l'environnement.

Cet état des lieux a conduit à la mise en œuvre d'un programme national dont certaines actions sont encore en cours de déploiement.

Un premier volet consiste à développer des solutions techniques pour retenir les pollutions qui ne l'auraient pas été en amont du réseau des eaux usées. La solution privilégiée est la construction de bassins de rétention visant à collecter les eaux polluées pour éviter leur déversement dans l'environnement. Lorsque cette solution n'est pas envisageable sur un site, en raison par exemple

d'un manque de place, d'autres systèmes sont mis en œuvre. Il s'agit d'obturateurs ou de vannes qui confinent les pollutions directement dans le système d'eaux usées, en empêchant leur évacuation.

Un travail a également été mené sur l'exploitation et la maintenance des équipements intervenant dans le recueil des déversements, notamment les rétentions. Après une étude du retour d'expérience, EDF a défini pour ses sites un ensemble de règles de gestion opérationnelle destinées à prévenir les pollutions.

Enfin, EDF développe la formation de ses personnels afin de les sensibiliser au risque de pollution et aux mesures de prévention associées.

L'ASN contrôle, par sondage, notamment au cours d'inspections, la mise en œuvre effective de ce programme national d'amélioration, et prescrit les demandes d'actions correctives nécessaires le cas échéant.

à novembre 2006, ils contiennent des prescriptions relatives aux modalités et aux limites de rejets spécifiques à un site nucléaire. Afin de décliner la nouvelle architecture réglementaire à l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, la révision des arrêtés conduit à leur abrogation et à la prise de décisions de l'ASN.

Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites d'émission, de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement.

L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Ces prescriptions sont notamment applicables à la gestion et à la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, à la surveillance de l'environnement et à l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le retour d'expérience de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide...) et de la réglementation générale.

Enfin, les exploitants de centrales nucléaires transmettent chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels, des événements marquants survenus et des perspectives.

• L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par passage dans des aérorefrigerants permettant une évacuation partielle des calories dans l'atmosphère. Les rejets thermiques des centrales nucléaires conduisent à une élévation de la température entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant

les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées à ces décisions pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

• Le contrôle de la gestion des déchets

La gestion des déchets conventionnels et radioactifs produits par les centrales nucléaires s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets des installations nucléaires de base. Le cadre juridique relatif à la gestion des déchets applicable aux centrales nucléaires de production d'électricité françaises est composé de textes législatifs et réglementaires de portée générale, notamment le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et la [décision de l'ASN n° 2015-DC-0508](#) du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB.

Conformément au code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. Pour l'ensemble des déchets, l'ASN examine l'étude produite par l'exploitant portant sur la gestion des déchets. Ce document est spécifique à chaque installation, tel que requis par la réglementation (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)). Ce document présente notamment un descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un bilan de l'organisation du site et des différences constatées par rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

L'action de contrôle de l'ASN en matière de gestion des déchets produits par les centrales nucléaires d'EDF porte sur les éléments extraits des bilans annuels transmis par l'exploitant à l'ASN, les études de gestion des déchets ainsi que sur les constats qu'elle fait lors de ses inspections.

2.5.2 _ La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols

• Prévention des pollutions induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme sur de nombreux sites industriels, la manipulation et l'entreposage de substances chimiques dites « dangereuses ». La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, est encadrée par la [décision n° 2013-DC-0360](#) de l'ASN du 16 juillet 2013 et l'[arrêté du 7 février 2012](#) et doit répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situations incidentelles ou accidentelles qui donneraient lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit par exemple identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements. Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances dangereuses liquides sur ses sites (voir encadré page 297).

L'ASN suit avec attention, par ses contrôles sur le terrain, les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF pour gérer les substances dangereuses présentes dans ses installations et pour faire face à une éventuelle pollution.

• Prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Certains circuits de refroidissement des centrales nucléaires constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes (voir point 1.4).

La [décision n° 2016-DC-0578](#) de l'ASN du 6 décembre 2016 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des réacteurs électronucléaires à eau sous pression fixe les exigences relatives :

- à la conception, l'entretien et la surveillance de l'installation ;
- aux concentrations maximales en légionelles dans l'eau de l'installation, et en aval de celle-ci pour les amibes ;
- aux actions à mener en cas de prolifération de micro-organismes dans les circuits ou d'infection identifiées à proximité de l'installation ;
- à l'information du public et des administrations en cas de prolifération de micro-organismes.

L'ASN suit avec attention, au travers de ses instructions et de ses contrôles sur le terrain, les dispositions préventives ou curatives mises en œuvre par EDF pour réduire le risque de

prolifération de ces micro-organismes et les résultats associés à ces actions, y compris les rejets chimiques induits par les traitements biocides.

Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différents, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à :

- conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ;
- diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ;
- diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3).

Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités réalisées sur les sites.

2.5.3 _ L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

• Évaluation de la prévention des nuisances, de la maîtrise des rejets dans l'environnement et de la gestion des déchets

Comme chaque année, l'ASN a mené en 2018 des inspections relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement, portant principalement sur la prévention des pollutions et des nuisances, la maîtrise des rejets dans l'environnement et la gestion des déchets. Les centrales nucléaires de [Civaux](#), de [Golfech](#) et du [Blayais](#) ont ainsi fait l'objet d'une inspection renforcée.

L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites et l'ASN considère que l'exploitant doit accroître sa vigilance sur ces thématiques.

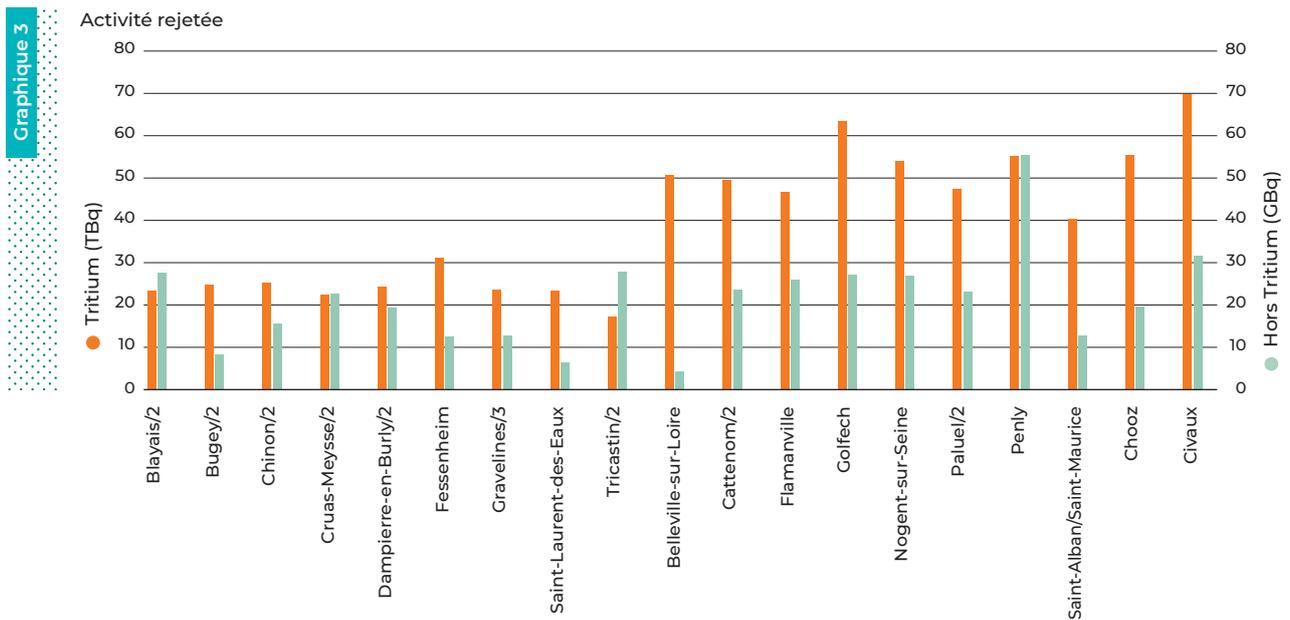
Malgré le plan d'action mis en place par EDF pour limiter les déversements de liquides pouvant induire des écoulements incidentels dans l'environnement, les événements conduisant à des déversements ont été jugés trop nombreux par l'ASN en 2018. Si ces situations n'ont pas conduit à un impact notable sur l'environnement, elles soulignent la nécessité pour l'exploitant de renforcer ses efforts sur cette thématique.

Par ailleurs, les exercices simulant un déversement, menés dans le cadre des inspections renforcées, ont conduit l'ASN à demander aux trois sites concernés des actions rapides pour améliorer la prévention des pollutions. L'ASN a notamment mis à la disposition du public sur [asn.fr](#), du 23 janvier au 7 février 2019, son

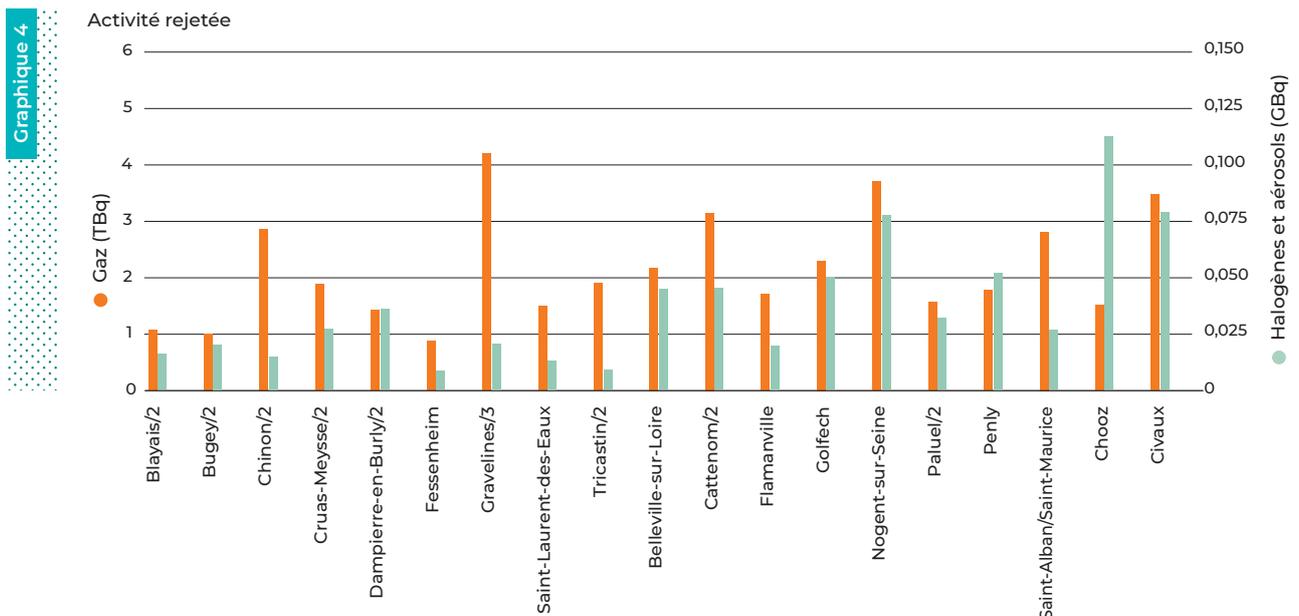


Surveillance de l'environnement à la centrale nucléaire de Golfech

Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2018 (par paire de réacteurs)



Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2018 (par paire de réacteurs)



Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différents, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à : • conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ; • diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ; • diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3). Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités.

[projet de décision](#) qui encadrera le plan d'action d'EDF relatif à la mise en œuvre de nouveaux ouvrages de confinement sur le site de Civaux, dont la stratégie de confinement des pollutions a été jugée inefficace.

L'organisation des sites pour prévenir les risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes par les tours aérorefrigérantes doit encore être améliorée. Le délai de mise en conformité du document d'analyse méthodique des risques a notamment conduit l'ASN à [mettre en demeure](#) le site de [Chinon](#) sur ce point le 14 juin 2018.

Si l'ASN a pu constater une progression de certains sites auparavant en retrait sur la gestion des déchets, elle attend encore d'EDF une amélioration notable de l'organisation de la plupart des sites sur ce thème.

La gestion des rejets est jugée globalement maîtrisée par les sites. Cependant, des erreurs d'évaluation détectées par l'exploitant en 2018 ou encore des indisponibilités constatées de matériels de contrôle constituent des fragilités ponctuelles pour la maîtrise des rejets qu'il convient de résorber.

En 2019, l'ASN poursuivra ses actions de contrôle relatives à la prévention des pollutions et des nuisances, la maîtrise des rejets dans l'environnement et la gestion des déchets.

Inspections renforcées en environnement

Les campagnes d'inspections « renforcées » menées par l'ASN constituent un format d'inspection particulier qui offre un champ de contrôle élargi. Elles permettent une évaluation globale sur une thématique à l'échelle d'un site et d'une zone géographique. Depuis 2015, l'ASN pratique ce type d'inspection une fois par an sur la thématique de la protection de l'environnement. Après les sites de la vallée de la Loire, ceux de la vallée du Rhône et les centrales de Chooz et de Cattenom, les centrales nucléaires du Blayais, de Golfech et de Civaux ont fait l'objet d'inspections renforcées en mars et en avril 2018.

Une équipe d'inspecteurs de l'ASN, accompagnés d'experts de l'IRSN, ont successivement examiné, selon un programme de contrôle similaire d'une journée et demie, l'organisation pour la protection de l'environnement de chacune de ces centrales nucléaires.

La taille conséquente de l'équipe mobilisée (jusqu'à seize inspecteurs de l'ASN et trois experts de l'IRSN par site) a permis le contrôle de la maîtrise des rejets, la gestion des déchets ainsi que les dispositions pour la prévention des pollutions.

Sur chacun des sites, la durée de l'inspection a facilité la tenue d'exercices d'ampleur importante et de mises en situation. Ainsi, chacun des sites a testé, à la demande de l'ASN, son organisation pour la prévention des pollutions dans le cadre d'un exercice simulant un déversement de substances dangereuses atteignant le réseau de collecte des eaux pluviales.

Si les inspecteurs ont pu constater la prise en compte par les équipes d'EDF de certains points relevés les années précédentes par l'ASN, il ressort cependant de ces inspections qu'une amélioration générale de la prise en compte de l'enjeu de protection de l'environnement est attendue. Par ailleurs, l'inefficacité de la stratégie de confinement des pollutions de la centrale nucléaire de Civaux, constatées lors de l'exercice de déversement, a conduit l'ASN à prescrire à EDF le renforcement de ses moyens pour la gestion du confinement des pollutions. L'exploitant a donc, à l'issue de la campagne d'inspection, élaboré un plan d'action dont l'ASN continuera à suivre la mise en œuvre.

2.6 — La prévention et la maîtrise des risques liés aux organisations

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des centrales nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des installations (conception, construction, mise en service, fonctionnement, démantèlement). L'ASN s'intéresse donc aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

2.6.1 — Le contrôle du fonctionnement des organisations

• Le système de gestion intégrée

L'[arrêté du 7 février 2012](#) prévoit que l'exploitant dispose notamment des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités. Parmi celles-ci, le traitement des événements significatifs requiert la réalisation d'une analyse approfondie des causes organisationnelles et humaines, en sus des causes techniques.

Par ailleurs, l'arrêté précité prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un système de gestion intégrée (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par EDF vise les modalités de mise en œuvre du SGI. En particulier, l'ASN s'assure que la démarche de conception ou de modification mise en œuvre par les centres d'ingénierie au moment de la conception d'une nouvelle installation ou

de la modification d'une installation existante prend en compte le besoin des utilisateurs et ne remet pas en cause le respect des exigences définies.

Plus largement, l'ASN contrôle l'organisation mise en œuvre par EDF pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités.

• La maîtrise des activités sous-traitées

Les activités de maintenance et de modification des réacteurs français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des intérêts et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts, afin notamment de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises...) et d'exercice des activités sous-traitées (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant...). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires...) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

2.6.2 – L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

En 2018, l'ASN a pu constater dans certains cas des environnements de travail qui n'étaient pas adaptés. Sur le plan de l'organisation, cela se manifeste parfois par des inadéquations entre la charge de travail et les effectifs disponibles, une pression temporelle excessive ou encore des co-activités dans des conditions pas toujours bien maîtrisées. Sur le plan de l'ergonomie, l'ASN relève régulièrement une exigüité de certains locaux, une mauvaise ventilation, un éclairage dégradé, des échafaudages non conformes ou des identifications des équipements peu lisibles. Sur le plan matériel, cela se concrétise par des documents opératoires, des outils ou des pièces de rechange manquants ou inadaptés. Ces problèmes récurrents sont en partie imputables à des causes organisationnelles plus profondes, par exemple des relations dégradées entre le site et le prestataire responsable de la logistique, des retards dans la préparation des interventions, des difficultés dans l'obtention des régimes de travail ou une coordination inefficace entre les métiers.

L'ASN constate en 2018 que la grande majorité des centrales nucléaires déploie des efforts réels pour renforcer l'application par les intervenants des pratiques de fiabilisation (« *pre-job briefing* », minute d'arrêt, auto-contrôle, contrôles croisés, communication sécurisée, débriefing), mais que les résultats se révèlent contrastés selon les sites. Le débriefing dit « à chaud », qui se déroule juste après la fin de l'intervention, reste le point faible sur la plupart des sites, préjudiciable à la constitution d'un retour d'expérience dont pourraient bénéficier les activités futures. L'ASN considère par ailleurs que dans un certain

Inspections renforcées en radioprotection

Depuis 2011, l'ASN mène des inspections renforcées sur le sujet de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants. Les centrales nucléaires de [Bugey](#), de [Cruas-Meyssse](#), de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#) et du [Tricastin](#), situées dans la vallée du Rhône, ont ainsi fait l'objet d'une campagne d'inspections renforcées en septembre et octobre 2018.

Des mises en situation ont permis de contrôler l'organisation relative à la prise en charge des intervenants contaminés et au traitement des alarmes relatives à la détection de contamination atmosphérique au sein du bâtiment réacteur. Par ailleurs, un contrôle inopiné de nuit des dispositions mises en œuvre pour assurer la radioprotection des travailleurs au cours d'un arrêt de réacteur a été effectué.

Les inspecteurs ont constaté la prise en compte par les équipes des sites de certains points relevés les années précédentes par l'ASN, et la mise en œuvre de bonnes pratiques. Cependant, ils ont noté que, sur certaines centrales nucléaires, la synergie entre le service en charge de la prévention des risques radiologiques et les services opérationnels doit être renforcée afin de permettre au conseiller en radioprotection d'assurer les missions qui lui sont confiées par le code du travail. Ce point fera l'objet d'une attention particulière de la part de l'ASN dans le cadre de l'instruction à venir des demandes d'approbation des pôles de compétence en radioprotection requises par l'[article R. 4451-125 du code du travail](#).

nombre de rapports d'événements significatifs, les constats d'insuffisance dans l'application de ces pratiques sont survalorisés par les analystes, au risque de constituer une grille de lecture trop réductrice qui se limite à la seule responsabilité des personnes impliquées et masque des causes humaines ou organisationnelles plus profondes (pression temporelle, environnement de travail inadapté...).

Pour l'ensemble des centrales, EDF doit améliorer sa maîtrise de la documentation opérationnelle. De nombreux événements significatifs déclarés en 2018 ont pour cause une documentation opérationnelle difficile à utiliser (faible lisibilité, manque de cohérence entre les différents documents, absence de schéma ou de photo...) ou inadaptée (documentation incomplète ou obsolète, gammes ne tenant pas compte des états du réacteur...).

Face à ces constats, l'ASN a décidé de renforcer son contrôle des organisations d'EDF et a défini la gestion de la documentation comme thème d'inspection prioritaire en 2019.

• La gestion des compétences, de la formation et des habilitations

L'organisation mise en place sur les sites pour gérer les compétences, les habilitations et la formation reste globalement satisfaisante. Sur une majorité de sites, les dispositions prises en matière de gestion des compétences sont satisfaisantes dans la mesure où la gestion prévisionnelle de l'emploi et des compétences est maîtrisée dans la durée (quatre à cinq ans de visibilité) et les arrivées et départs des différents services font l'objet d'anticipations. L'acquisition et le maintien des compétences sont assurés par un dispositif de formation (chantiers-école, processus de formation et de recyclage, tutorat et compagnonnage avec mise en situation) adapté et bien suivi.

L'ASN a toutefois constaté en 2018, sur quelques sites, la difficulté de certains services à identifier formellement les compétences rares et sensibles et maintenir au cours de l'année l'adéquation entre les missions et les moyens et les ressources. De plus, les inspecteurs de l'ASN ont parfois relevé que les compétences techniques de certains agents étaient insuffisantes (défaut de connaissances sur un matériel conduisant à son indisponibilité, connaissances non à jour pour des équipements ayant fait l'objet de modifications, chargés de surveillance ne disposant pas d'une maîtrise technique suffisante des thématiques surveillées...). L'ASN relève que les fragilités identifiées sur ces sites, dont certaines ont contribué à des événements significatifs, s'expliquent par des formations ou des compagnonnages parfois insuffisants (notamment sur les nouveaux matériels et logiciels utilisés installés et sur l'évolution de la réglementation) ou un suivi non rigoureux des habilitations ou des qualifications exigées pour les prestataires.

• La surveillance des activités sous-traitées

L'ASN constate en 2018 que les modalités d'exercice de la surveillance des activités sous-traitées laissent toujours apparaître des difficultés sur un certain nombre de sites. Ces difficultés persistent malgré un engagement affiché des directions de site (actions de sensibilisation, séminaires, présences managériales sur le terrain, déploiement d'un nouvel outil facilitant la préparation des programmes de surveillance...). Les origines de ces défaillances sont imputables à des difficultés pour garantir la pérennité des ressources affectées à la surveillance des prestataires et à des chargés de surveillance qui ne disposent pas toujours des compétences techniques nécessaires au regard du champ de leur surveillance. L'ASN encourage EDF à poursuivre ses actions en faveur de la présence sur le terrain de ses agents et à développer leur capacité à détecter des anomalies.

L'ASN relève néanmoins que des progrès ont pu être observés en 2018 au niveau de la préparation des programmes de surveillance.

Les chargés de surveillance mettent en avant l'apport du nouvel outil actuellement en déploiement sur l'ensemble des centrales qui leur permet de gagner en temps et en efficacité.

• **Le processus de retour d'expérience**

Toutes les centrales nucléaires ont mis en place depuis plusieurs années une organisation formelle et des outils dédiés pour piloter et animer le retour d'expérience interne et externe. Malgré cela, l'ASN a relevé en 2018 des lacunes en matière de détection et de caractérisation des difficultés et écarts remontant du terrain. L'incitation des prestataires à faire remonter les constats positifs ou négatifs via la base de données dédiée ne porte ses fruits que sur une minorité de sites. L'évaluation des prestataires se révèle également parfois incomplète, notamment en regard des enjeux de sûreté. Des fragilités ont également été identifiées dans le traitement du retour d'expérience et le partage d'expérience avec les entreprises extérieures. Par ailleurs, les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont pertinentes, mais l'analyse des causes profondes aboutit souvent à des actions correctives trop élémentaires, limitées à des

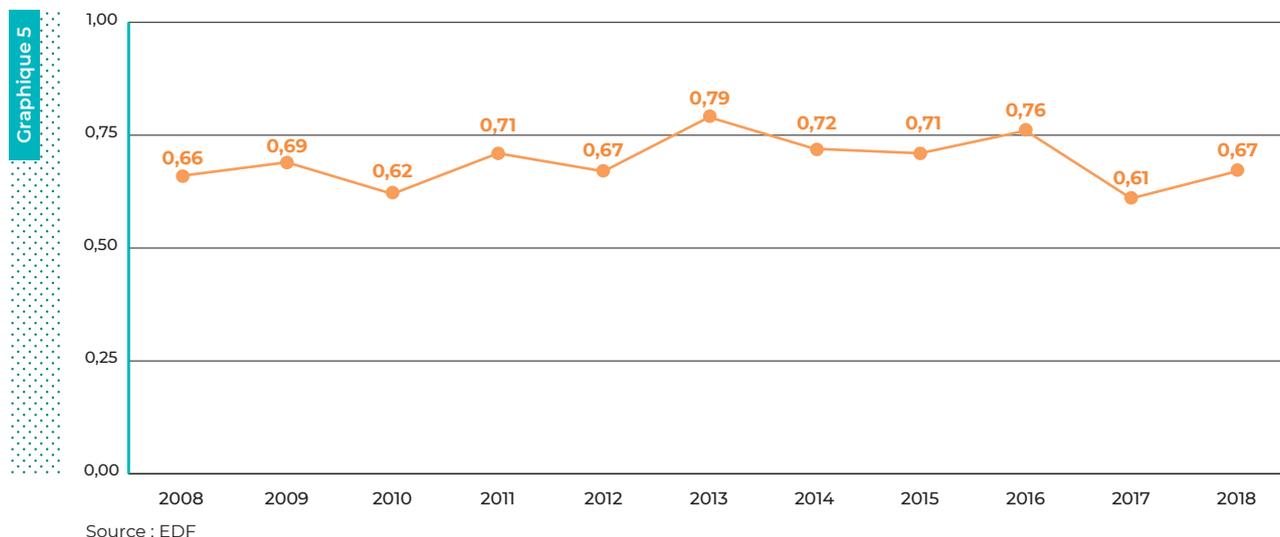
actions de sensibilisation ponctuelles des agents, services ou entreprises identifiés comme responsables de l'écart. L'analyse des causes profondes doit au contraire permettre d'identifier les fragilités organisationnelles. Enfin, encore trop de sites montrent de réelles limites dans l'évaluation de l'efficacité des actions correctives.

2.7 – La radioprotection des personnels

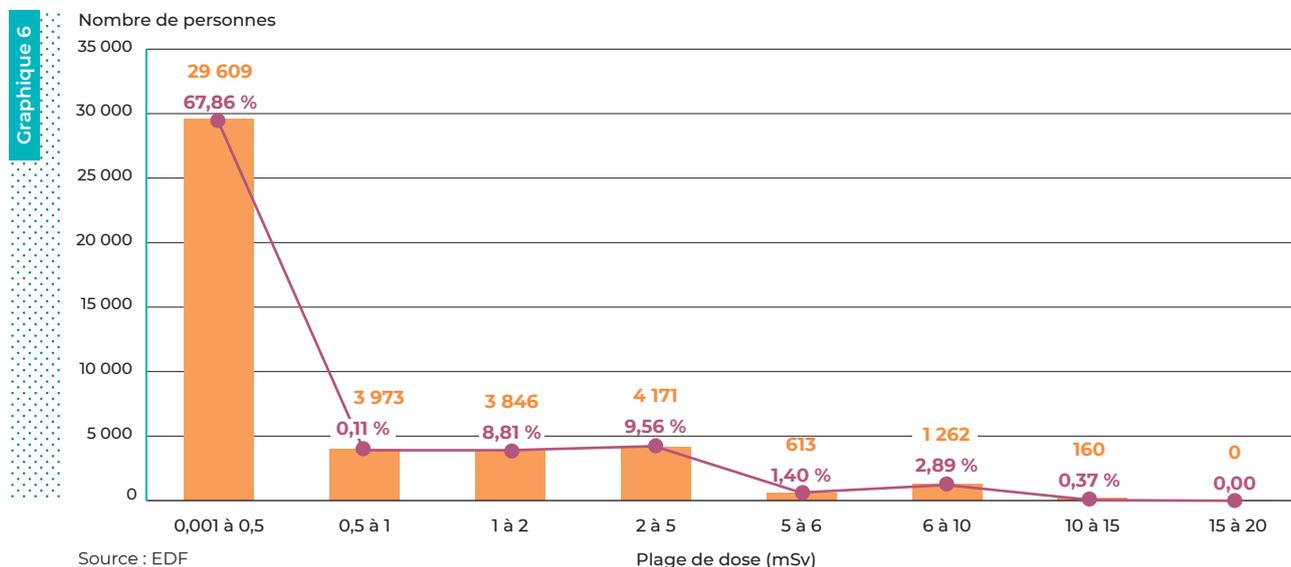
2.7.1 – Le contrôle de la radioprotection des personnels

L'exposition aux rayonnements ionisants dans un réacteur électronucléaire provient de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire (majoritairement) et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α , β et γ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90% des doses reçues proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ . Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

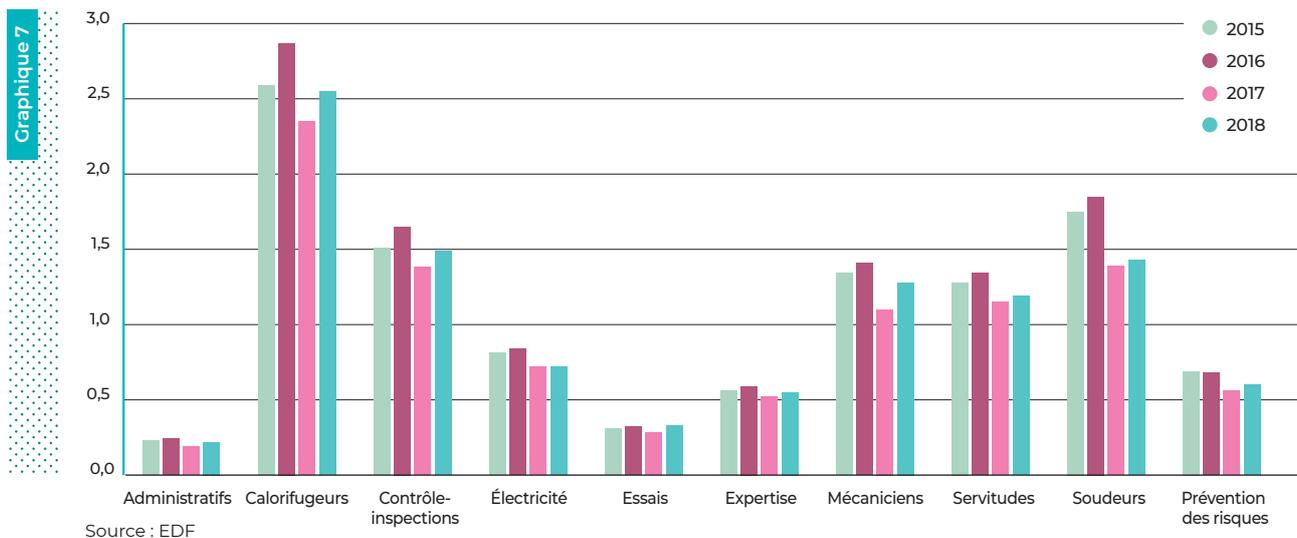
Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)



Nombre et pourcentage d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2018



Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires



L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des prestataires.

Ce contrôle est réalisé lors d'inspections (spécifiquement sur le thème de la radioprotection, une à deux fois par an et par site, lors des arrêts des réacteurs, à la suite d'incidents ou plus ponctuellement dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF) et à l'occasion de l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs (événements significatifs, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF...), avec, le cas échéant, l'appui de l'IRSN.

Des réunions périodiques ont lieu avec EDF dans le cadre du dialogue technique avec l'exploitant. Elles permettent à l'ASN de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels mis en œuvre pour améliorer la radioprotection.

• Les événements de contamination significative

Deux événements de contamination significative ont été déclarés en 2018 dans les centrales nucléaires exploitées par EDF. Ces événements, qui ont entraîné une exposition supérieure au quart de la limite réglementaire par centimètre carré de peau, ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. Ils concernent :

- la contamination de la peau au niveau du cou d'un intervenant affecté à des opérations de maintenance à la centrale nucléaire de [Cruas-Meyssse](#);
- la contamination de la peau au niveau de la barbe d'un intervenant affecté à des opérations de maintenance à la centrale nucléaire du [Tricastin](#).

2.7.2 – L'évaluation de la radioprotection des personnels

La dosimétrie collective sur l'ensemble des réacteurs a augmenté en 2018 par rapport à l'année 2017 (graphique 5), tout comme la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée. Ces valeurs restent néanmoins inférieures à celles enregistrées au cours des années 2015 et 2016. Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 5 et 6.

Le graphique 6 présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. On constate que la dosimétrie de 77 % des travailleurs exposés est inférieure à 1 mSv pour l'année 2018, ce qui correspond à la limite réglementaire annuelle pour le public. Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2018.

Le graphique 5 présente l'évolution au cours des dix dernières années de la dose collective reçue par les travailleurs dans les centrales nucléaires. Ce graphique montre, malgré une légère augmentation de la dose collective reçue en 2018 par rapport à 2017, une tendance à la stabilisation de la dose collective moyenne par réacteur au cours des dernières années.

Le graphique 7 présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers de travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Les catégories de travailleurs les plus exposés en 2018 sont les personnels en charge du calorifugeage, du contrôle, de l'inspection, du soudage et de la mécanique.

L'ASN considère que la prise en compte de la radioprotection au sein des centrales nucléaires en 2018 est hétérogène, notamment en ce qui concerne la maîtrise de la propreté radiologique au sein des installations et les dispositions mises en œuvre pour prévenir le risque de contamination.

Face à ces constats, l'ASN contrôle de manière renforcée la mise en œuvre des plans d'action demandés pour corriger ces situations sur les réacteurs concernés.

L'ASN considère que, dans son ensemble, la situation des centrales nucléaires en 2018 dans le domaine de la radioprotection doit être améliorée sur les points suivants :

- un manque de culture de radioprotection de certains intervenants extérieurs a été relevé par les inspecteurs de l'ASN sur plusieurs sites. Des actions sont attendues concernant le renforcement de la surveillance et des échanges accrus entre les différentes entités d'EDF et les entreprises prestataires relatifs aux dispositions de protection à mettre en œuvre ;
- la maîtrise des chantiers de radiographie industrielle reste fragile. En particulier, l'ASN relève plusieurs événements relatifs à des défauts de balisage ou à la présence d'intervenants dans le balisage de zones d'exclusion. Des progrès sont

attendus concernant la préparation des chantiers, plus précisément la prise en compte de la co-activité, l'optimisation des balisages et la qualité des visites d'installation réalisées lors de la préparation des chantiers;

- la démarche d'optimisation de la dosimétrie doit être renforcée, et plus spécialement l'exhaustivité des analyses de risques des interventions et leur réévaluation à la suite d'aléas;
- une plus grande rigueur est attendue dans la gestion administrative des sources;
- la maîtrise du zonage radiologique est en progrès; néanmoins, une vigilance accrue doit être portée sur les déposes des balisages par des intervenants non autorisés.

La prévalence de défaillances de nature organisationnelle conduit l'ASN à mener des actions de contrôle spécifiques, qui permettent notamment d'aborder les liens entre les services compétents en radioprotection et les autres contributeurs internes ou externes à EDF à la radioprotection des intervenants. (voir encadré « Les inspections renforcées »).

L'ASN constate sur plusieurs centrales nucléaires un impact positif de l'affectation de « responsables de zones » et du poste de supervision de la radioprotection des intervenants au cours des arrêts de réacteur.

2.8 — Le droit du travail dans les centrales nucléaires

2.8.1 — Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les missions d'inspection du travail dans les 58 réacteurs en fonctionnement, (répartis dans les 19 centrales nucléaires), les huit réacteurs en démantèlement et l'EPR en construction à Flamanville. L'effectif travaillant dans une centrale nucléaire varie de 800 à 2 000 personnes. Le nombre total de salariés affectés sur l'ensemble des sites nucléaires est d'environ 24 000 pour les salariés d'EDF, et 23 000 pour les salariés des entreprises sous-traitantes participant notamment à la maintenance lors des arrêts de réacteur.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail participe à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN et envisage ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

Au 31 décembre 2018, l'ASN disposait pour les missions d'inspection du travail de :

- 16 inspecteurs du travail, dont 4 en cours de formation, affectés dans ses divisions territoriales;
- une directrice du travail et un directeur adjoint du travail au niveau central, chargés d'animer, de coordonner et d'appuyer le réseau des inspecteurs du travail et d'assurer l'interface avec le ministère en charge du travail.

• Contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

En matière de santé et de sécurité au travail, les contrôles de l'inspection du travail de l'ASN en 2018 ont notamment porté sur :

- l'utilisation des installations électriques. Les inspections engagées sur ce thème sur différents sites ont conduit EDF à s'engager dans une démarche de mise en conformité;
- les chantiers présentant des risques liés à la présence d'amiante. Les inspecteurs du travail sont particulièrement vigilants à la prévention du risque d'inhalation de ces fibres

lors de leurs inspections et ont été amenés à faire des rappels de la réglementation;

- la conformité des équipements de travail et plus spécialement les appareils de levage. L'action collective engagée en 2016 et 2017 a conduit EDF à mettre en place un plan de mise en conformité de ces équipements. Ce plan est suivi de près par les inspecteurs du travail;
- les risques d'incendie et d'explosion, pour lesquels les inspecteurs de l'ASN ont mis en évidence des non-conformités. L'ASN assure un contrôle coordonné permettant de prendre en compte l'ensemble des dimensions de ces risques, qui sont importants à la fois pour la sécurité des travailleurs et pour la sûreté nucléaire (voir point 2.4.6).

Les enquêtes en matière d'accidents du travail sont menées de façon systématique en cas d'accident grave ou de presque accident grave. Trois accidents mortels, dus à des malaises cardiaques, ont été à déplorer en 2018.

• Sous-traitance et prestations de service internationales

Des actions ont été menées en 2018 en matière de contrôle des déclarations et des conditions de détachement des salariés d'entreprises étrangères, notamment sur le chantier du réacteur [EPR](#) de Flamanville. En juillet 2018, l'ASN a ainsi participé à une action organisée par le comité opérationnel départemental anti-fraude de la Manche et pilotée par le parquet du tribunal de grande instance de Cherbourg.

• Procédures pénales et administratives engagées

En matière de travail illégal, l'ASN suit de près les procédures pénales engagées les années précédentes, notamment par des contacts réguliers avec les procureurs de la République.

En matière de santé et de sécurité, l'action de l'inspection du travail de l'ASN a conduit, en 2018, à l'ouverture de trois procédures pénales à l'encontre d'EDF ou d'entreprises prestataires en matière de risque électrique et d'absence d'équipements de protection individuelle adaptés au travail en espace confiné.

Un contrôle de l'inspection du travail a porté sur l'insertion du code éthique d'EDF dans le règlement intérieur de ses centrales nucléaires. Ce contrôle a conduit à des décisions administratives de l'inspection du travail demandant de retirer des règlements intérieurs des établissements concernés les mentions du code éthique qui étaient en contradiction avec les dispositions du code du travail.

2.8.2 — L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

Certaines situations de risques professionnels sont toujours préoccupantes et doivent significativement s'améliorer : les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, le risque d'explosion et les risques électriques. L'inspection du travail constate par ailleurs encore des situations de non-prise en compte systématique du risque lié à la présence d'amiante avant travaux pour éviter les expositions accidentelles.

Enfin, des progrès sont encore attendus dans le domaine de la gestion de la co-activité (qualité des plans de prévention notamment), du recours à la sous-traitance et des situations de détachement de salariés étrangers.

2.9 — Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a pris un ensemble de [décisions en date du 5 mai 2011](#) demandant aux exploitants d'installations nucléaires importantes de procéder à des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS).

Les conclusions de ces ECS ont fait l'objet d'une [position de l'ASN le 3 janvier 2012](#), qui a elle-même fait l'objet d'un examen par des pairs européens, en avril 2012, dans le cadre des [stress tests européens](#).

Sur la base de l'avis des groupes permanents d'experts et des conclusions des stress tests européens, l'ASN a pris un ensemble de [décisions en date du 26 juin 2012](#) demandant à EDF de mettre en place :

- un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant, en cas d'agression externe extrême, à :
 - prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
 - limiter les rejets radioactifs massifs ;
 - permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence ;
- un centre de crise local, permettant de gérer une situation d'urgence sur l'ensemble du site nucléaire en cas d'agression externe extrême ;
- une force d'action rapide nucléaire (FARN) permettant, sur la base de moyens mobiles extérieurs au site, d'intervenir sur un site nucléaire en situation pré-accidentelle ou accidentelle ;
- un ensemble d'actions correctives ou d'améliorations, notamment l'acquisition de moyens de communication et de protection radiologique complémentaires, la mise en place d'instrumentations complémentaires, la prise en compte de risques d'agressions internes et externes de manière étendue, le renforcement de la prise en compte des situations d'urgence.

L'ASN a complété ses demandes par un ensemble de [décisions en date du 21 janvier 2014](#) visant à préciser certaines dispositions de conception du « noyau dur », en particulier, la définition et la justification des niveaux d'agressions naturelles externes extrêmes à retenir pour le « noyau dur ».

De façon générale, les demandes de l'ASN s'inscrivent dans un processus d'amélioration continu de la sûreté au regard des objectifs fixés pour les réacteurs de troisième génération, et visent, en complément, à faire face à des situations très au-delà des situations habituellement retenues pour ce type d'installation.

Ces demandes sont prises en application de la démarche de défense en profondeur et, à ce titre, portent sur des mesures de prévention et de limitation des conséquences d'un accident, sur la base, à la fois, de moyens fixes complémentaires et de moyens mobiles externes prévus pour l'ensemble des installations d'un site au-delà de leur conception initiale.

Compte tenu de la nature des travaux demandés, il est nécessaire que l'exploitant procède à des études de conception, de construction et d'installation de nouveaux équipements qui nécessitent, d'une part, des délais et, d'autre part, une planification pour leur mise en place sur chacune des centrales nucléaires de manière optimale. En effet, dans la mesure où ces travaux importants se déroulent sur des sites nucléaires en fonctionnement, il est aussi nécessaire de veiller à ce que leur réalisation ne dégrade pas la sûreté des centrales nucléaires.

Pour apporter au plus tôt les améliorations nécessaires au retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima tout en prenant en compte les contraintes liées à l'ingénierie de ces grands travaux, la mise en place de ces améliorations est prévue par EDF en trois phases.

• Phase 1 (2012-2015)

Mise en place de dispositions temporaires ou mobiles visant à renforcer la prise en compte des situations principales de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques.

À la fin 2015, EDF avait déployé les dispositions prévues dans la phase 1 qui est maintenant achevée. En particulier, des moyens de connexions ont été installés afin que, en cas de crise, il soit possible de connecter des moyens mobiles pour apporter de l'eau. Par ailleurs, la FARN, qui est l'un des principaux moyens de gestion de crise, a été mise en place. Depuis le 31 décembre 2015, les équipes de la FARN ont une capacité d'intervention simultanée sur l'ensemble des réacteurs d'un site en moins de 24 heures (jusqu'à six réacteurs dans le cas du [site de Gravelines](#)).

• Phase 2 (2015-2021)

Mise en œuvre de certains moyens définitifs de conception et d'organisation robustes vis-à-vis d'agressions extrêmes visant à faire face aux principales situations de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques au-delà des référentiels de sûreté en vigueur. Les mesures les plus importantes sont :

- la mise en place d'un diesel d'ultime secours de grande puissance nécessitant la construction d'un bâtiment dédié ;
- la mise en place d'une source d'eau ultime ;

Report des mises en service des diesels d'ultime secours (DUS)

L'ASN a imposé à EDF, dans ses [décisions du 26 juin 2012](#) prises au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, la mise en place avant le 31 décembre 2018 d'un moyen d'alimentation électrique supplémentaire permettant notamment d'alimenter, en cas de perte des autres sources électriques externes et internes, les systèmes et composants appartenant au « noyau dur ». En réponse à ces prescriptions, EDF a engagé la construction de groupes électrogènes dénommés « diesels d'ultime secours » (DUS).

EDF a informé l'ASN de son impossibilité, pour 54 réacteurs, de respecter l'échéance du 31 décembre 2018 pour la mise en place de ces diesels d'ultime secours. L'ASN a considéré que les difficultés rencontrées par EDF sont avérées et que certaines d'entre elles subsistent encore. Elles résultent notamment de l'ampleur, de la complexité des opérations et des particularités de certains sites.

L'ASN a modifié le calendrier de mise en service des diesels d'ultime secours compte tenu des difficultés techniques rencontrées par EDF. L'ASN a assorti ce rééchelonnement, qui s'étend jusqu'au 31 décembre 2020, de prescriptions relatives au renforcement de la robustesse des sources électriques existantes.

Chronologie de première divergence des réacteurs électronucléaires français à la fin 2018

Date de 1 ^{re} divergence									Puissance totale
1977	Fessenheim 1	Fessenheim 2							1800 MWe
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

● 900 MWe ● 1300 MWe ● 1450 MWe

Source: ASN

- la mise en place d'un dispositif d'appoint d'eau ultime pour chaque réacteur et chaque piscine d'entreposage du combustible;
- le renforcement de la tenue sismique du filtre de l'évent de l'enceinte de confinement;
- la construction sur chaque site d'un centre de crise local capable de résister à des agressions externes extrêmes (fonctionnellement autonome en situation de crise).

EDF a engagé la mise en œuvre sur les différents sites d'une grande partie des moyens définitifs rappelés ci-dessus, notamment la construction des diesels d'ultime secours. L'ASN inspecte la réalisation des travaux.

• Phase 3 (à partir de 2019)

Cette phase viendra compléter la phase 2, notamment pour permettre la prise en compte des agressions extrêmes. Les mesures les plus importantes sont:

- l'ajout d'une nouvelle pompe d'appoint au circuit primaire;
- l'achèvement des raccordements par des circuits fixes de l'alimentation de secours des GV, du réservoir d'eau de refroidissement PTR et de la piscine de désactivation du combustible;
- la mise en place d'un système de contrôle-commande ultime et de l'instrumentation définitive du «noyau dur»;
- la mise en place d'un système ultime de refroidissement de l'enceinte ne nécessitant pas l'ouverture de l'évent filtré de l'enceinte de confinement en cas d'accident grave;
- la mise en place, en cas de fusion du cœur, d'une solution de noyage du corium, qui se trouverait alors dans le puits de cuve, afin de prévenir la traversée du radier.

Dans la perspective de la mise en place du «noyau dur», et en particulier des dispositions des phases 2 et 3, l'ASN instruit les hypothèses de conception des dispositions matérielles et vérifie que les solutions proposées par EDF permettent de répondre aux objectifs de sûreté fixés.

Sur la base des dossiers transmis par EDF et des études réalisées, l'ASN a sollicité l'avis du GPR sur les points les plus importants de ces dossiers. À ce jour, trois réunions du GPR ont eu lieu:

- le GPR a été consulté les 28 janvier et 10 février 2016 sur la définition et la justification des niveaux d'aléas naturels retenus par EDF pour le «noyau dur». Cet examen a permis de définir les niveaux d'aléas à retenir pour la conception du «noyau dur» et a conduit l'ASN à demander, sur certains points, des précisions complémentaires à EDF;
- la séance du 7 juillet 2016 a porté sur les dispositions nouvelles proposées par EDF afin de limiter les conséquences d'un accident de fusion du cœur à court et long terme. Cet examen a permis à l'ASN de valider le principe des dispositions nouvelles proposées par EDF afin de limiter les conséquences d'un accident de fusion du cœur. Sur certains points, l'ASN a demandé à EDF des précisions et des études complémentaires;
- la séance du 2 février 2017 a porté principalement sur les stratégies de conduite des accidents pouvant survenir sur le réacteur et la piscine ainsi que sur l'adéquation fonctionnelle des matériels (nouveaux ou existants) avec ces dernières.

2.10 – La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

2.10.1 – L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : 45 réacteurs électronucléaires représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2018, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 37 ans pour les 34 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 31 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 21 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

2.10.2 – Le réexamen périodique

• Le principe du réexamen périodique

Les [réexamens périodiques](#) des réacteurs électronucléaires comportent les deux volets suivants :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des contrôles des études initiales de conception ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée dans ce volet du réexamen ;
- la réévaluation de sûreté : cette étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation ainsi réalisées, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

• Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation des réacteurs électronucléaires exploités par EDF, ces deux volets du réexamen font d'abord l'objet d'un programme d'études génériques pour un type de réacteurs donné (réacteurs de 900 MWe, de 1 300 MWe ou de 1 450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusions du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation ainsi que sur les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et propose, le cas échéant, de mettre en œuvre des améliorations complémentaires. Le rapport de réexamen est composé des éléments prévus par le [décret du 2 novembre 2007](#).

• L'analyse de l'ASN

L'orientation des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF fait l'objet d'une prise de position de l'ASN après consultation du GPR et éventuellement du GPESPN. Sur cette base, EDF réalise des études de réévaluation de sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre.

Après consultation des groupes permanents d'experts à la fin de la phase générique du réexamen périodique, l'ASN se prononce sur les résultats des études de réévaluation et sur les modifications permettant les améliorations de sûreté envisagées par EDF.

L'ASN communique au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport de conclusions du réexamen de chaque réacteur électronucléaire, mentionné à l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), et peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

La [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte a complété le cadre applicable aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires. Elle a notamment soumis à autorisation de l'ASN, après enquête publique, les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens périodiques au-delà de la 35^e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet également un rapport intermédiaire sur l'état des équipements au vu duquel l'ASN complète éventuellement ses prescriptions.

• Les principaux enjeux de la maîtrise du vieillissement

Comme toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires sont sujettes au vieillissement. L'ASN s'assure qu'EDF prend en compte, en cohérence avec sa stratégie générale d'exploitation et de maintenance, les phénomènes liés au vieillissement afin de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant des installations pendant toute leur durée de fonctionnement.

Pour appréhender le vieillissement d'une centrale nucléaire, au-delà du simple délai écoulé depuis sa mise en service, un certain nombre de facteurs doivent être pris en compte, notamment l'existence de phénomènes physiques qui peuvent dégrader les caractéristiques des équipements en fonction de leur usage ou de leurs conditions d'utilisation.

• Les dégradations des matériels remplaçables

Le vieillissement des équipements résulte de phénomènes tels que le durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, le gonflement de certains bétons, le durcissement des polymères, la corrosion des métaux... Ces dégradations sont généralement prises en compte dès la conception et la fabrication des installations puis dans un programme de surveillance et de maintenance préventive, voire de réparation ou de remplacement si nécessaire.

• La durée de vie des équipements irremplaçables

Les équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2) et l'enceinte de confinement (voir point 2.3), font l'objet d'une étroite surveillance afin de vérifier que leur vieillissement est conforme à celui anticipé et que leurs caractéristiques mécaniques restent dans des limites en permettant un comportement satisfaisant.

• L'obsolescence des équipements ou de leurs composants

Certains équipements, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions de sollicitation et d'ambiance correspondant aux situations d'accident pour lesquelles ils sont nécessaires. La disponibilité des pièces de rechange pour ces équipements est

fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur pouvant conduire à des difficultés d'approvisionnement. En préalable à leur montage, EDF doit vérifier que les nouvelles pièces de rechange, différentes des pièces d'origine, ne remettent pas en cause la qualification des équipements sur lesquels elles seront installées. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte anticipation est nécessaire de la part d'EDF.

• Le processus de maîtrise du vieillissement des réacteurs électronucléaires

La démarche mise en place par EDF pour s'assurer de la maîtrise du vieillissement de ses installations s'appuie sur trois points :

- anticiper le vieillissement dès la conception : à la conception et lors de la fabrication des composants, le choix des matériaux et les dispositions d'installation doivent être adaptés aux conditions d'exploitation prévues et tenir compte des cinétiques de dégradation connues ou supposées ;
- surveiller l'état réel de l'installation : au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être découverts. Les programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive, les programmes d'investigations complémentaires ou encore l'examen du retour d'expérience (voir points 2.4.3, 2.4.4, 2.4.7, 2.4.8 et 2.6.1) doivent permettre de détecter ces phénomènes de manière suffisamment anticipée ;
- réparer, rénover ou remplacer les équipements : compte tenu des contraintes d'exploitation que de telles opérations de maintenance courante ou exceptionnelle sont susceptibles de créer, surtout lorsqu'elles ne sont réalisables qu'en période d'arrêt des réacteurs électronucléaires, EDF doit chercher à les anticiper pour tenir compte des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation et de réalisation de l'intervention, des risques d'obsolescence de composants et de perte de compétences techniques des intervenants.

À la demande de l'ASN, EDF a établi une méthodologie de maîtrise du vieillissement pour ses réacteurs électronucléaires au-delà de 30 ans de fonctionnement dont l'objectif est de démontrer leur aptitude à poursuivre leur fonctionnement jusqu'à leur quatrième réexamen périodique dans des conditions de sûreté satisfaisantes, d'une part, au regard de la connaissance et de la maîtrise des mécanismes et des cinétiques des modes d'endommagement associés au vieillissement et d'autre part, au vu de l'état des installations constaté lors de leur troisième réexamen périodique.

Cette méthodologie comporte une première phase générique qui vise à se prononcer sur la prise en compte du vieillissement pour un ensemble de réacteurs similaires. Dans un deuxième temps, à l'occasion du troisième réexamen périodique de chaque réacteur électronucléaire, un dossier de synthèse spécifique au réacteur est élaboré afin de démontrer la maîtrise du vieillissement des équipements et l'aptitude à la poursuite du fonctionnement du réacteur pendant la période décennale suivant sa troisième visite décennale.

Dans la perspective envisagée d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires au-delà de leur quatrième réexamen périodique, EDF a prévu de reconduire une telle démarche qui sera étendue à l'ensemble des systèmes, structures et composants importants pour la maîtrise des risques radiologiques mais également des risques conventionnels.

2.10.3 _ Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

• Les réacteurs de 900 MWe

Le troisième réexamen périodique

En juillet 2009, l'ASN a [pris position](#) sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 30 ans. L'ASN n'a pas identifié d'élément générique mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. Elle considère que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ses réacteurs électronucléaires.

Cette appréciation générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN se prononce sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF.

En 2018, le réacteur 6 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et le réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Cruas-Meyssse](#) ont intégré les améliorations issues de leur troisième réexamen périodique dans le cadre de leur visite décennale, portant à 32 sur 34 le nombre de réacteurs de 900 MWe ayant effectué leur troisième réexamen périodique.

L'ASN a, par ailleurs, transmis en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport de conclusions du réexamen du réacteur 3 de la centrale nucléaire du [Bugey](#). Sur la base de cette analyse, l'ASN n'a pas identifié d'élément mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté de ce réacteur de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. En application de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), l'ASN a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ce réacteur.

Le quatrième réexamen périodique

Le [quatrième réexamen périodique](#) des réacteurs de 900 MWe est traité dans la fiche thématique dédiée (voir en introduction de ce rapport).

• Les réacteurs de 1300 MWe

Le deuxième réexamen périodique

L'ASN s'est [prononcée favorablement en 2006](#) sur les aspects génériques de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe jusqu'à leur troisième réexamen périodique, sous réserve de la réalisation effective des modifications décidées dans le cadre de ce réexamen.

Les 20 réacteurs de 1300 MWe ont, à ce jour, tous effectué leur deuxième réexamen périodique et ont intégré les améliorations issues du réexamen périodique.

En application de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), l'ASN a transmis en 2014 sa position sur la poursuite de fonctionnement des deux réacteurs de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#), des réacteurs 2 et 3 de [Cattenom](#), des deux réacteurs de [Nogent-sur-Seine](#) et du réacteur 1 de [Penly](#) et a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ces réacteurs électronucléaires. Elle prépare actuellement sa position sur la poursuite du fonctionnement des autres réacteurs de 1300 MWe.

Le troisième réexamen périodique

L'ASN a [pris position](#) début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. L'ASN considère que

les actions engagées ou prévues par EDF pour évaluer l'état de ses réacteurs de 1 300 MWe et maîtriser leur vieillissement jusqu'au quatrième réexamen périodique sont acceptables. L'ASN estime également que les modifications identifiées par EDF à l'issue de cette phase d'études contribueront à améliorer significativement la sûreté de ces installations. Ces améliorations portent notamment sur le renforcement de la protection des installations contre les agressions, sur la réduction des rejets de substances radioactives en cas d'accident avec ou sans fusion du cœur et sur la prévention du risque de dénoyage des assemblages de combustible entreposés dans la piscine de désactivation ou en cours de manutention.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN prévoit d'adopter en 2019 des prescriptions génériques complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1 300 MWe visant à renforcer leur sûreté.

Le réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Flamanville](#), les réacteurs de la centrale nucléaire de [Saint-Alban/Saint-Maurice](#), les réacteurs 1, 2 et 3 de la centrale nucléaire de [Paluel](#), et les réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#) ont réalisé leur troisième visite décennale entre 2015 et 2018. Ces troisième visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe s'échelonneront jusqu'en 2024.

• Les réacteurs de 1 450 MWe

Le premier réexamen périodique

Les études génériques et les modifications associées aux premiers réexamens périodiques des réacteurs de 1 450 MWe ont fait l'objet d'une position de l'ASN en 2012, qui demandait notamment des compléments à EDF pour démontrer le caractère suffisant, soit des études menées, soit des modifications apportées aux installations lors de leur première visite décennale, afin de répondre totalement aux objectifs fixés dans le cadre du réexamen périodique.

Les premières visites décennales se sont déroulées entre 2009 et 2012.

À la suite des compléments apportés par EDF, l'ASN a pris position sur la poursuite de fonctionnement des deux réacteurs de la centrale nucléaire de [Chooz](#) et des deux réacteurs de la centrale nucléaire de [Civaux](#). À cette occasion, elle a édicté des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ces réacteurs, imposant notamment le traitement d'un écart affectant les réserves en eau du circuit secondaire et la réalisation de modifications visant à améliorer la maîtrise des risques de vidange de la piscine d'entreposage du combustible, d'explosion et en cas de températures extérieures élevées.

Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 ses propositions d'orientations du programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe. Après consultation du GPR en 2012, EDF a complété son programme générique d'études par plusieurs actions et a affiné certaines de ses propositions. L'ASN s'est prononcée en février 2015 sur les orientations du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe. Elle considère notamment que les objectifs de sûreté à retenir pour le deuxième réexamen des réacteurs de 1 450 MWe devront être définis au regard des objectifs applicables aux nouveaux réacteurs électronucléaires et a demandé à EDF d'étudier dans les meilleurs délais les dispositions susceptibles de répondre à cette exigence, dans l'objectif de les mettre en œuvre dès les deuxièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1 450 MWe.

Les deuxièmes visites décennales des réacteurs de 1 450 MWe sont programmées à partir de 2019 pour le réacteur B2 de Chooz et s'échelonneront jusqu'en 2022.

La maîtrise du vieillissement

Dans la perspective de la poursuite du fonctionnement au-delà du quatrième réexamen périodique des réacteurs électronucléaires de 900 MWe, EDF a prévu de reconduire la démarche de maîtrise du vieillissement appliquée depuis le troisième réexamen périodique de ses réacteurs, tout en renforçant ses projets de rénovation et de remplacement de matériels. La maîtrise du vieillissement, en particulier des équipements irremplaçables dont l'intégrité est indispensable à la sûreté (tels que la cuve du réacteur – voir point 2.2 – et son enceinte de confinement – voir point 2.3), et la gestion de l'obsolescence sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant.

Après avoir considéré en 2013 puis en 2016 que les dispositions mises en place ou prévues par EDF – permettant notamment d'identifier les différents modes de dégradation des matériels, de mettre en place les parades associées et d'intégrer le retour d'expérience – étaient globalement satisfaisantes, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a instruit à nouveau la démarche de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence et a recueilli en mars 2018 les avis du [GPR](#) et du [GPESPN](#).

L'ASN note qu'EDF a pris en compte ses demandes formulées en 2013 et 2016. L'ASN considère que les dispositions mises en œuvre ou prévues pour assurer la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants des réacteurs de 900 MWe et contribuer ainsi au maintien de leur conformité au-delà de leur quatrième réexamen périodique, complétées par les engagements pris à l'issue de l'instruction, sont satisfaisantes.

Les programmes de qualification des matériels aux conditions accidentelles sont pertinents et permettent d'étendre cette qualification au-delà de la quatrième visite décennale. Des actions sont encore en cours pour couvrir l'ensemble des matériels concernés.

Les opérations de maintenance exceptionnelle envisagées (remplacements, réparations ou rénovations programmés pendant ou après les quatrième visites décennales) sont cohérentes avec les analyses de vieillissement.

Les améliorations identifiées pour le traitement de l'obsolescence sont de nature à garantir un traitement satisfaisant et pérenne de l'obsolescence.

Le programme d'investigations complémentaires défini par EDF et les modalités prévues de traitement des résultats sont jugés satisfaisants.

Néanmoins, l'ASN a relevé des faiblesses concernant le traitement du retour d'expérience, l'anticipation des décisions à prendre, le délai de traitement de certaines fiches génériques d'analyse du vieillissement et l'appropriation par les centrales nucléaires de la démonstration de l'aptitude à la poursuite du fonctionnement portée par le dossier de synthèse spécifique à chaque réacteur.

Enfin, des compléments limités sont attendus sur des phénomènes de vieillissement de plusieurs composants des circuits primaire et secondaires principaux.

Par ailleurs, le sujet de la maîtrise du vieillissement a fait l'objet de la première revue thématique (*Topical Peer Review*) prévue par la [directive 2014/87/Euratom](#) du Conseil du 8 juillet 2014 modifiant la [directive 2009/71/Euratom](#) établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires. Cette directive instaure une évaluation par les pairs, tous les six ans, d'un aspect technique lié à la sûreté nucléaire de leurs installations nucléaires. Les modalités de cette revue sont définies par le groupe [ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators' Group*) (voir chapitre 6, point 2.2).

Pour ce qui concerne les réacteurs nucléaires d'EDF, cette revue a confirmé que la démarche de maîtrise du vieillissement, accompagnée d'un programme de recherche et de développement conséquent, est appropriée, en particulier au regard des exigences des standards internationaux. Un plan d'action national sera élaboré pour répondre aux conclusions de cette revue, notamment en ce qui concerne les inspections des tuyauteries enterrées et le besoin d'un programme de maîtrise du vieillissement pendant les phases de construction longues des nouvelles installations et des périodes d'arrêt prolongé de réacteur.

2.11 — L'EPR de Flamanville

L'EPR est un réacteur à eau sous pression qui s'appuie sur une conception en évolution par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France lui permettant ainsi de répondre aux objectifs de sûreté renforcés suivants : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

Après une période d'une dizaine d'années sans construction de réacteur nucléaire en France, EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR, d'une puissance de 1650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le [décret n° 2007-534 du 10 avril 2007](#), après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 pour prolonger le délai alloué à la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil (gros œuvre) se sont poursuivis et sont désormais quasiment terminés.

EDF prévoit le chargement du combustible et le démarrage du réacteur à la fin de l'année 2019. L'ASN constate toutefois que certaines soudures des circuits secondaires principaux doivent être reprises (voir page 15) et qu'une partie importante des essais de démarrage reste à réaliser.

2.11.1 — L'instruction des demandes d'autorisation

• L'autorisation de mise en service partielle du réacteur EPR de Flamanville pour l'introduction de vapeur contenant du tritium

Le 26 juillet 2018, l'ASN a autorisé EDF à utiliser de la vapeur contenant du tritium en provenance des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Flamanville](#), en complément ou en substitution des autres sources de production de vapeur présentes sur le site (chaudières auxiliaires et chaudières provisoires), pour la préparation et la réalisation des essais à chaud. L'introduction de tritium dans l'installation nécessite une autorisation qualifiée « d'autorisation de mise en service partielle » en application de l'article 20 du [décret du 2 novembre 2007](#) relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives. Cette autorisation est limitée pour la période correspondant au délai nécessaire pour la réalisation de ces essais. Elle soumet la première mise en pression des circuits secondaires principaux,

dont certaines soudures présentent des défauts, à l'accord préalable de l'ASN.

• L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service et de la demande d'autorisation de mise en service partielle du réacteur EPR de Flamanville pour l'arrivée du combustible

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN sa demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le plan d'urgence interne, le plan de démantèlement et une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation. À l'issue d'un examen préliminaire, l'ASN a considéré que l'ensemble des pièces exigées par la réglementation était formellement présent, mais a estimé que des justifications supplémentaires devaient être apportées pour que l'ASN puisse statuer sur l'éventuelle autorisation de mise en service. L'ASN a cependant engagé l'instruction technique des sujets pour lesquels l'essentiel des éléments était disponible, en formulant toutefois des demandes sur certains points. EDF a simultanément adressé une demande de mise en service partielle de l'installation pour l'arrivée du combustible sur site.

En juin 2017, l'ASN a reçu des versions mises à jour des dossiers de demande d'autorisation de mise en service et de mise en service partielle. Des éléments restent manquants pour que l'ASN soit en mesure de prendre position sur le dossier de demande d'autorisation de mise en service. En particulier, l'ASN a formulé en 2018 des demandes de compléments sur les règles générales d'exploitation.

L'ASN a également recueilli l'avis du [GPR](#) les 4 et 5 juillet 2018 sur le rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville. Cette réunion a été notamment consacrée aux suites données aux précédentes séances du GPR dédiées à ce réacteur depuis 2015. Le groupe permanent considère que la démonstration de sûreté du réacteur est globalement satisfaisante et souligne que quelques compléments sont attendus concernant la prise en compte du risque d'incendie et le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition. Le GPR considère également que la conception et le dimensionnement des systèmes de sauvegarde et des systèmes auxiliaires de sûreté sont globalement satisfaisants et note que des compléments devront être apportés concernant les brèches susceptibles d'affecter le système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible.

Parallèlement à l'instruction du dossier de demande d'autorisation de mise en service partielle liée à l'utilisation de vapeur contenant du tritium, l'ASN a mis à jour le 28 septembre 2018 ses [décisions](#) prises en 2010 définissant les limites et les modalités de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour les réacteurs électronucléaires du site de Flamanville.

2.11.2 — Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

Les [enjeux du contrôle](#) de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement de l'EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements, de construction de l'installation de manière proportionnée aux enjeux de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement afin de pouvoir prendre position sur l'aptitude de l'installation à répondre aux exigences définies ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le retour d'expérience de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction,

approvisionnement...), qui permettront à l'installation telle que construite d'être conforme à la démonstration de sûreté tout au long du projet;

- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est complet, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les écarts qu'ils mettent en évidence sont traités;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes en charge du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions relatives à la conception, à la construction et aux essais de démarrage du réacteur EPR de la centrale nucléaire de Flamanville et à l'exploitation des deux réacteurs 1 et 2 à proximité du chantier. S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les principales actions menées par l'ASN en 2018 sont décrites ci-après.

• Le contrôle des activités de construction, de montage et d'essais sur le site du réacteur EPR de Flamanville

Sur le [chantier du réacteur EPR de Flamanville](#), l'ASN a réalisé, en 2018, 20 inspections consacrées au contrôle de la construction, de la réalisation des essais de démarrage et de la préparation des équipes qui seront chargées de l'exploitation du réacteur. Celles-ci ont porté en particulier sur les thèmes techniques suivants :

- les activités de montage mécanique, concernant notamment les circuits secondaires de la chaudière nucléaire, les soupapes de protection du circuit primaire principal, les circuits auxiliaires nucléaires, les traversées mécaniques de l'enceinte de confinement, les circuits de traitement des effluents ainsi que les équipements nécessaires au fonctionnement des groupes électrogènes de secours. En 2018, l'ASN a notamment contrôlé la mise en conformité des circuits secondaires principaux (voir en introduction de ce rapport), à la suite de la déclaration par EDF de deux événements significatifs pour la sûreté;
- les activités de montage des systèmes électriques, dont les opérations de raccordement de câbles dans les bâtiments;
- la conservation des équipements et des structures présents sur le chantier jusqu'à la mise en service du réacteur. En raison des reports annoncés par EDF, l'ASN veille à ce qu'EDF continue à porter une attention particulière à la définition et au respect d'exigences associées à la conservation des équipements déjà installés et des structures construites, en tenant notamment compte de la mise en eau des circuits pour les épreuves hydrauliques et les essais de démarrage;
- la poursuite des essais de démarrage, en particulier lors des premiers essais d'ensemble de l'installation. L'ASN a renforcé son contrôle sur ces essais qui doivent contribuer à la



Essais « en air » de la machine de chargement du combustible

démonstration que les structures, systèmes et composants du réacteur respectent les exigences qui leur sont assignées. L'ASN a porté une attention particulière à l'organisation mise en place pour garantir la représentativité et la traçabilité des essais;

- l'impact environnemental du chantier, en particulier la gestion des déchets enfouis découverts sur le site en 2017, la préparation à l'exploitation avec la prise en compte de la gestion des déchets conventionnels et nucléaires, la maîtrise des risques pour l'environnement ainsi que la prise en compte des nouvelles prescriptions adoptées par l'ASN pour encadrer les prélèvements d'eau et les rejets des réacteurs de Flamanville;
- la radioprotection des travailleurs dans le cadre des contrôles radiographiques de soudures;
- la préparation à l'exploitation de l'entité d'EDF qui sera chargée de l'exploitation de l'EPR de Flamanville après son démarrage. Cette entité est actuellement composée de plus de 400 agents. En vue de la mise en service du réacteur, EDF poursuit le transfert progressif de la responsabilité du fonctionnement des structures, systèmes et composants depuis l'entité chargée des activités de construction et des opérations de démarrage du réacteur vers l'entité chargée de son exploitation future. À travers son contrôle, l'ASN s'assure que les futures équipes d'exploitation tirent profit du retour d'expérience et des meilleures pratiques mises en œuvre dans les centrales nucléaires d'EDF et qu'elles s'approprient au mieux le fonctionnement des matériels pendant la construction du réacteur et les essais de démarrage des systèmes. Par ailleurs, l'ASN veille à ce que ces activités de préparation à l'exploitation soient achevées avant la mise en service du réacteur.

D'autre part, au regard de l'importance des essais de démarrage dans la démonstration de sûreté de l'installation, l'ASN a réalisé une inspection renforcée dédiée à cette thématique en octobre 2018.

• Le contrôle des activités d'ingénierie de l'EPR de Flamanville

L'ASN a orienté en 2018 ses inspections réalisées dans les services d'ingénierie d'EDF sur les thématiques de gestion des écarts rencontrés et l'anticipation de la phase d'exploitation. L'ASN a ainsi réalisé, en 2018, dans les services d'ingénierie d'EDF en charge des études de conception détaillées du réacteur EPR de la centrale de Flamanville, des inspections ayant pour thème la qualification des équipements, la gestion des écarts et les modifications qui seront mises en œuvre après la mise en service de l'installation.

• L'inspection du travail sur le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville

Les actions menées par les inspecteurs du travail de l'ASN en 2018 ont consisté en :

- la réalisation de contrôles des entreprises intervenant sur le chantier;
- la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés;
- la réalisation d'enquêtes consécutives à la survenue d'accidents du travail;
- l'instruction ou co-instruction de demandes de dérogation à des dispositions relevant de la réglementation du travail.

L'application des règles de sécurité a fait l'objet d'un contrôle régulier.

En 2018, les inspecteurs du travail de l'ASN ont également engagé et mené des actions de contrôle des dispositions réglementaires régissant les opérations de détachement transnational de travailleurs.

Autorisation de mise en service et d'utilisation de la cuve du réacteur EPR de Flamanville

Framatome a mis en évidence fin 2014 une anomalie de la composition chimique de l'acier du couvercle et du fond de la cuve du réacteur EPR de Flamanville, pouvant réduire sa capacité à résister à la propagation d'une fissure. Framatome a lancé, en lien avec EDF, un programme d'essais afin de justifier que la résistance mécanique de l'acier est suffisante dans toutes les situations de fonctionnement, y compris accidentelles. Framatome a transmis ses conclusions techniques à l'ASN en décembre 2016.

En s'appuyant sur l'analyse des dossiers transmis par Framatome et des éléments techniques complémentaires fournis par EDF, menée par sa direction des équipements sous pression nucléaires et son appui technique l'IRSN, sur les avis de son groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires et du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques, ainsi que sur les observations recueillies lors de la consultation du public, l'ASN a rendu [son avis le 10 octobre 2017](#) sur cette anomalie. Elle a ainsi indiqué considérer que cette anomalie n'était pas de nature, sous certaines réserves, à remettre en cause la mise en service de la cuve.

La mise en service et l'utilisation de la cuve du réacteur EPR de Flamanville étant par ailleurs soumises à une autorisation de l'ASN, au regard notamment du respect des autres exigences applicables à l'ensemble de la cuve, Framatome a déposé le 13 juillet 2018 une demande en ce sens, qui a été complétée à la suite des demandes de l'ASN. L'ASN a instruit cette demande, en s'appuyant sur les conclusions de son avis de 2017 et a, en outre, vérifié le respect des exigences techniques et réglementaires autres que celles relatives à la composition chimique de l'acier du couvercle et du fond de la cuve.

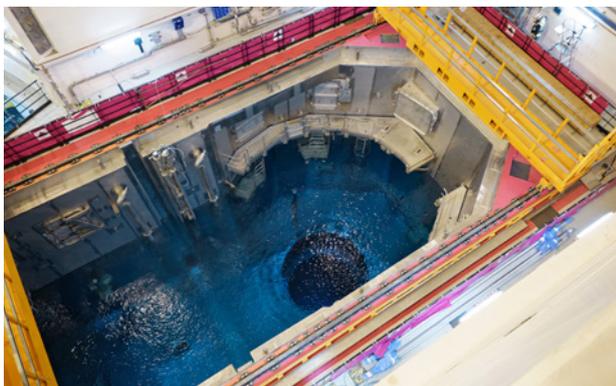
Sur la base des conclusions de cette instruction, l'[ASN a autorisé](#) la mise en service et l'utilisation de la cuve du réacteur EPR de Flamanville le 9 octobre 2018, sous réserve de la réalisation d'un programme d'essais de suivi du vieillissement thermique et de contrôles spécifiques lors de l'exploitation de l'installation. La faisabilité de ces derniers contrôles n'étant pas acquise pour le couvercle en l'état actuel des connaissances, l'ASN a limité à fin 2024 l'utilisation du couvercle actuel.

• Le contrôle de la conception des ESPN du réacteur EPR de Flamanville

Au cours de l'année 2018, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN des circuits primaire et secondaires principaux.

L'ASN ayant constaté des manques de justification et une incomplétude des dossiers de conception de ces équipements, notamment en ce qui concerne les analyses de risque, les choix des matériaux et l'inspectabilité des équipements en service, elle a tenu avec Framatome (ex-Areva NP), en 2013 et 2014, de nombreuses réunions techniques destinées à définir les compléments devant être apportés. Framatome a engagé en 2015 et achevé en 2018 la révision de l'ensemble de la documentation technique de conception de ces équipements.

Les organismes habilités pour l'évaluation de la conformité des ESPN apportent leur appui à l'ASN, qui les mandate à cet effet, pour l'examen de cette documentation de conception.



Remplissage de la piscine du bâtiment réacteur dans le cadre des essais fonctionnels cuve ouverte

• Le contrôle de la fabrication des ESPN du réacteur EPR de Flamanville

Au cours de l'année 2018, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la fabrication des ESPN des circuits primaire et secondaires principaux, la fabrication des équipements étant par ailleurs achevée.

L'ASN et les organismes qu'elle habilite procèdent à l'examen de la documentation technique et à des actions de surveillance des opérations de montage des ESPN qui sont réalisées sur site.

L'évaluation de la conformité des équipements destinés à l'EPR de Flamanville est également réalisée au regard du retour d'expérience des opérations de montage et des essais réalisés sur d'autres réacteurs de type EPR, tels que ceux de Taishan (Chine) et d'Olkiluoto (Finlande). L'ASN demande à Framatome qu'elle identifie et mette en œuvre les mesures correctives nécessaires vis-à-vis de ce retour d'expérience. C'est notamment le cas des fissurations détectées sur les portées d'étanchéité de certains robinets et des vibrations détectées sur la ligne d'expansion du pressuriseur.

L'ASN examine également, avec l'appui des organismes qu'elle mandate, le traitement des écarts identifiés par la revue des dossiers de fabrication des composants forgés à l'usine Creusot Forge et installés sur le réacteur EPR de Flamanville.

L'ASN a réalisé en 2018 six inspections d'EDF et de son fabricant Framatome portant sur le montage de la chaudière nucléaire et la préparation des épreuves hydrauliques et trois inspections des organismes ou organes d'inspection mandatés par l'ASN pour exercer une surveillance de ces activités. Par ailleurs, ces organismes et organes d'inspection ont eux-mêmes conduit plusieurs milliers d'actions de contrôle en 2018 sur l'ensemble des équipements sous pression nucléaires du réacteur EPR de Flamanville (voir point 2.2.2).

• Les attestations de conformité des équipements sous pression nucléaires du réacteur EPR de Flamanville

Au terme des contrôles réalisés pour leur conception et leur fabrication, l'ASN délivre, si ces contrôles sont satisfaisants au regard des exigences réglementaires, des attestations de conformité des ESPN. Au cours des années 2017 et 2018, l'ASN a délivré les toutes premières attestations. L'évaluation de la conformité des autres ESPN ou ensembles nucléaires de niveau N1 se poursuivra en 2019.

L'ASN a par ailleurs autorisé la mise en service et l'utilisation de la cuve du réacteur en 2018 (voir encadré).

2.11.3 – L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

De façon générale, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la préparation de l'exploitation est globalement satisfaisante.

Malgré des améliorations en termes de traçabilité des conditions et des résultats d'essais, EDF doit encore faire évoluer ses pratiques en matière de réalisation des essais de démarrage pour qu'ils soient réalisés dans les conditions prévues et pour documenter les justifications associées à leur représentativité.

Les inspections réalisées sur le thème de la qualification des matériels mettent par ailleurs en évidence une traçabilité insuffisante du traitement des réserves de qualification jusqu'à leur levée. EDF devra compléter le processus de qualification sur ce point. Enfin, des lacunes importantes de la surveillance d'EDF sur les intervenants extérieurs ont été mises en exergue lors du montage et des contrôles des circuits secondaires principaux. L'ASN a ainsi demandé d'étendre la revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville 3 à un périmètre plus large d'équipements et de sous-traitants, en adaptant la profondeur de la revue en fonction des enjeux. En 2019, l'ASN poursuivra son action de contrôle sur ces thèmes, en particulier sur la préparation de l'exploitation, les essais de démarrage et la mise en conformité des circuits secondaires principaux.

2.12 – Les études sur les réacteurs du futur

• EPR nouveau modèle et EPR 2

En avril 2016, EDF a sollicité l'avis de l'ASN sur les options de sûreté d'un projet de réacteur à eau sous pression dénommé EPR nouveau modèle (EPR NM), en cours de développement par EDF et Framatome.

Ce projet vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Il a pour ambition d'intégrer le retour d'expérience de conception, de construction et de mise en service des réacteurs de type EPR de Flamanville 3, Olkiluoto 3, Taishan 1 et 2 et Hinkley Point C, ainsi que le retour d'expérience d'exploitation des réacteurs existants. Par ailleurs, ce réacteur a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de l'EPR NM avec l'appui de l'IRSN au cours de l'année 2017, en tenant compte des recommandations du [guide n° 22](#) relatif à la conception de réacteurs à eau sous pression. À la demande de l'ASN, le GPR s'est réuni en janvier 2018 pour examiner ce dossier. Par ailleurs, EDF a communiqué à l'ASN sa décision



Inspection de l'ASN – Bâtiment réacteur : préparation à l'épreuve enceinte – mars 2018

de faire évoluer la configuration technique de l'EPR NM vers une nouvelle version, appelée EPR 2, qui intègre certaines conclusions de l'instruction du DOS de l'EPR NM. L'ASN prévoit de prendre position sur les options de sûreté proposées au début de l'année 2019.

• Petits réacteurs modulaires

Plusieurs projets de « petits réacteurs modulaires » (SMR, *Small Modular Reactors*) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 MWe, fabriqués en usine et livrés sur leur site d'implantation. Un projet de SMR français réunissant EDF, Technicatome, le CEA et Naval Group est actuellement au stade des études de faisabilité. L'ASN considère que ces projets constituent des opportunités de développer des réacteurs présentant des améliorations significatives en matière de sûreté nucléaire.

• Les réacteurs de génération IV

Le CEA mène depuis 2000, en partenariat avec EDF et Framatome, des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération, notamment au sein du Forum international « Génération IV » (GIF, *Generation IV International Forum*). Pour leurs promoteurs, le principal enjeu des réacteurs de quatrième génération est de permettre un développement durable de l'énergie nucléaire en optimisant l'utilisation des ressources naturelles, en réduisant la production de déchets radioactifs, en améliorant la sûreté nucléaire et en assurant une meilleure protection contre les risques en matière de sécurité, de prolifération et de terrorisme. Le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé en France au plus tôt au milieu de ce siècle.

3 — Perspectives

En 2019, les actions de l'ASN dans le domaine du contrôle des centrales nucléaires porteront plus particulièrement sur les thèmes suivants.

• Les réexamens périodiques

L'année 2019 sera marquée par les premières visites décennales associées au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et au deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe. L'ASN assurera un contrôle spécifique de ces arrêts de réacteur lors desquels EDF mènera une partie importante des contrôles de la conformité et déploiera une grande part des modifications associées au réexamen.

L'ASN achèvera par ailleurs en 2019 la plupart des instructions des études génériques réalisées par EDF dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, en vue d'une prise de position de l'ASN fin 2020. L'ASN prendra notamment en compte les observations du public recueillies dans le cadre de la concertation lancée en 2018 sur les dispositions proposées par EDF pour répondre aux objectifs de ce réexamen.

L'ASN finalisera également l'instruction générique des troisièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1 300 MWe et adoptera des prescriptions applicables à tous les réacteurs afin de renforcer leur sûreté.

• Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

EDF poursuivra en 2019 le déploiement des modifications de la phase 2 définie après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (voir point 2.9).

Le contrôle de la mise en place des dispositions matérielles et organisationnelles, qui permettent à EDF de justifier de la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, restera une priorité de l'ASN.

• La conformité des installations à leurs référentiels de conception, construction et d'exploitation

Dans la continuité de ses actions menées en 2017 et 2018, l'ASN poursuivra ses actions de contrôle renforcées sur le terrain, dans la mesure où le retour d'expérience d'exploitation révèle qu'EDF doit encore améliorer sa connaissance de l'état réel de ses installations. Au-delà du contrôle de la capacité d'EDF à corriger dans les meilleurs délais les non-conformités constatées sur les réacteurs en fonctionnement, l'ASN contrôlera que les dispositions prises par EDF permettent, dans les faits, de prévenir la survenue d'écarts. À ce titre, les premiers réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe et de 900 MWe déployant les améliorations de sûreté associées respectivement à leurs deuxième et quatrième réexamens périodiques feront l'objet d'une vigilance particulière de l'ASN.

• Le contrôle du réacteur EPR de Flamanville

L'ASN poursuivra le contrôle de la mise en place des équipements, de la préparation et de la réalisation des essais de démarrage et de la préparation des différents documents supports à l'exploitation. Les contrôles des inspecteurs de la sûreté nucléaire resteront soutenus.

L'ASN poursuivra l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service et prendra position sur la demande de mise en service partielle en vue de l'arrivée sur le site du combustible nucléaire.

Enfin, l'ASN poursuivra l'instruction du traitement des écarts affectant les soudures des circuits secondaires principaux et les évaluations de conformité des équipements sous pression nucléaires les plus importants pour la sûreté.

• Le contrôle des équipements sous pression nucléaires

Le contrôle des équipements sous pression nucléaires a été ces dernières années marqué par deux événements majeurs : la mise en évidence des problématiques liées à la ségrégation majeure en carbone de certains composants forgés et la découverte d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications au sein de l'usine Creusot Forge de Framatome.

L'ASN poursuivra en 2019 les actions qu'elle a entreprises les années précédentes. En particulier, elle poursuivra son contrôle de la mise en œuvre de la revue de tous les composants fabriqués par le passé au sein de l'usine Creusot Forge. Elle s'assurera que ce processus de revue est conduit à son terme pour les composants forgés et moulés afin d'apprécier l'ensemble des irrégularités qui ont pu affecter les fabrications passées et en analyser les conséquences sur la sûreté des installations.



Les installations du cycle du combustible nucléaire

1 Le cycle du combustible _____ 318

- 1.1 Amont du cycle du combustible
- 1.2 Fabrication du combustible
- 1.3 Aval du cycle du combustible -
retraitement
- 1.4 La cohérence du cycle
du combustible du point de vue
de la sûreté et de la radioprotection
- 1.5 Perspectives : les installations en projet
et les installations dont les activités
cesseront prochainement

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du cycle du combustible : une approche graduée _____ 323

- 2.1 L'approche graduée en fonction
des enjeux des installations
- 2.2 Le retour d'expérience de Fukushima
- 2.3 Les réexamens périodiques des
installations du cycle du combustible
- 2.4 L'organisation des exploitants des
installations du cycle du combustible
- 2.5 Les actions particulières de contrôle
menées en concertation avec l'ASND

Les installations du cycle du combustible nucléaire

Le [cycle du combustible nucléaire](#) débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des [déchets radioactifs](#) provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le cycle du combustible concerne la fabrication du combustible puis son traitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano Cycle (anciennement Areva NC) ou EDF (Framatome, anciennement Areva NP) : Orano Cycle exploite [Melox](#) à Marcoule, les [usines de La Hague](#), l'ensemble des [usines du Tricastin](#) depuis le 31 décembre 2018, ainsi que les [installations de Malvési](#). Framatome exploite les installations du [site de Romans-sur-Isère](#).

L'ASN contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF quant à l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

1 — Le cycle du combustible

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de « yellow cake » sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano Cycle de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), mettent en œuvre de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7%.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression (REP) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l' UF_6 entre 3% et 6% est réalisé par ultracentrifugation dans l'[usine Georges Besse II](#) du Tricastin.

Puis, cet UF_6 enrichi est transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible. Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au [Bugey](#) et à [Chinon](#).

Après une période d'utilisation de l'ordre de trois à quatre ans, les assemblages de combustible usé sont extraits du réacteur pour refroidir en piscine, d'abord sur le site même de la centrale

où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'usine de retraitement Orano Cycle de La Hague.

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens¹. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure. Cependant, l'uranium issu de ce retraitement n'est plus utilisé à ce jour pour produire de nouveaux combustibles. Les déchets radioactifs produits par ces opérations sont stockés en surface, pour les moins actifs d'entre eux, les autres sont entreposés dans l'attente d'une solution définitive de stockage².

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano Cycle de Marcoule, dite « [Melox](#) », pour fabriquer du combustible MOX (mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 MWe en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans l'usine de La Hague.

Les principaux flux liés au cycle du combustible sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-dessus, notamment l'installation ex-[Socatri](#) qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano Cycle du Tricastin.

1. Les transuraniens sont les éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium.

2. L'entreposage est temporaire, tandis que le stockage est définitif.

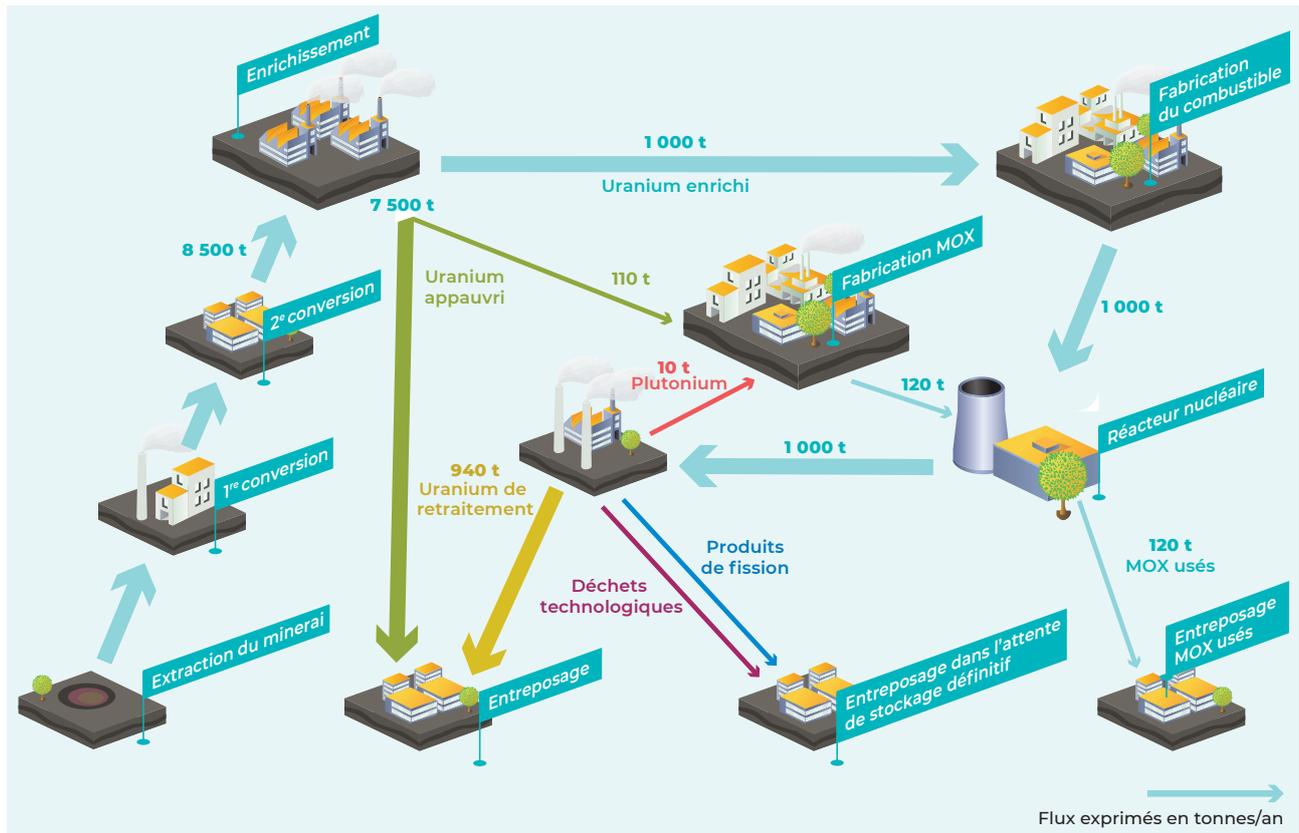
Flux de l'industrie du cycle du combustible en 2018

Tableau 1 INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ ⁽¹⁾		PRODUIT EXPÉDIÉ ⁽²⁾	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	DESTINATION	TONNAGE MÉTAL LOURD
Orano Cycle (ex-Comurhex)	INBS Marcoule	Nitrate d'uranyle	0	U ₃ O ₈	0	INBS Pierrelatte	0
	ICPE Malvési	UF ₆	1 387	UF ₆	30	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	30
Orano Cycle (TU5)	Orano Cycle La Hague	Nitrate d'uranyle	765	U ₃ O ₈	813	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	813
Orano Cycle (W)	Orano Cycle (Société d'enrichissement du Tricastin)	UF ₆ appauvri	6 206	U ₃ O ₈	4 953	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	4 953
	Orano Cycle (Business unit enrichissement)		431		343		343
Orano Cycle (GB II)	Conversion	UF ₆	10 069	UF ₆ appauvri	8 538	Orano Cycle (W)	8 538
				UF ₆ enrichi	1 368	Fabricants de combustible	1 368
Les usines de Framatome à Romans-sur-Isère	Allemagne	Crayons UO ₂ à base d'U naturel ou appauvri	1,6	Assemblages à base d'U naturel	1,5	EDF	2,1
	Orano Cycle (Eurodif production)	UF ₆ à base d'U naturel ou appauvri	1,5				
	• BNFL (Royaume-Uni)	UF ₆ à base d'U naturel enrichi	16	Assemblages à base d'U naturel enrichi	742	EDF	617
	• Urenco (Royaume-Uni)		123				
	• Orano Cycle (Eurodif production)		574				
États-Unis	Uranium	0,4		0,6		0,5	
Orano Cycle (Melox)	Orano Cycle Lingen (Allemagne)	UO ₂ appauvri	90	Éléments combustibles MOX	80	EDF	76
	Orano Cycle La Hague	PuO ₂	8,4			EPZ (Pays-Bas)	2
Orano Cycle La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	• EDF • EPZ (Pays-Bas)	UOX et MOX	1 009	Nitrate d'uranyle	1 003	Orano Cycle Tricastin	765
				PuO ₂	11,6	Orano Cycle (Melox)	9
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
• EDF • EPZ (Pays-Bas) • CEA (Orphée)	Éléments combustibles irradiés	1 117	-	-	-	-	

(1) Les produits élaborés peuvent être expédiés ou entreposés sur l'installation concernée

(2) Les produits expédiés peuvent avoir été élaborés au cours des années antérieures

Schéma du cycle du combustible



1.1 — Amont du cycle du combustible

Afin de permettre la fabrication de combustibles utilisables dans les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du «yellow cake» jusqu'à la conversion en UF_6 , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano Cycle de [Malvésí](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano Cycle exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 ;
- l'installation d'enrichissement de l' UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168);
- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8);
- l'usine W (Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179);
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176);
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil;
- l'installation Socatri (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires.

• L'installation TU5 et l'usine W Orano Cycle – INB 155

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano Cycle

de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

• Les usines de conversion de l'uranium

Orano Cycle – INB 105

L'[INB 105](#), qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF_4 ou en U_3O_8 , est en démantèlement (voir chapitre 13).

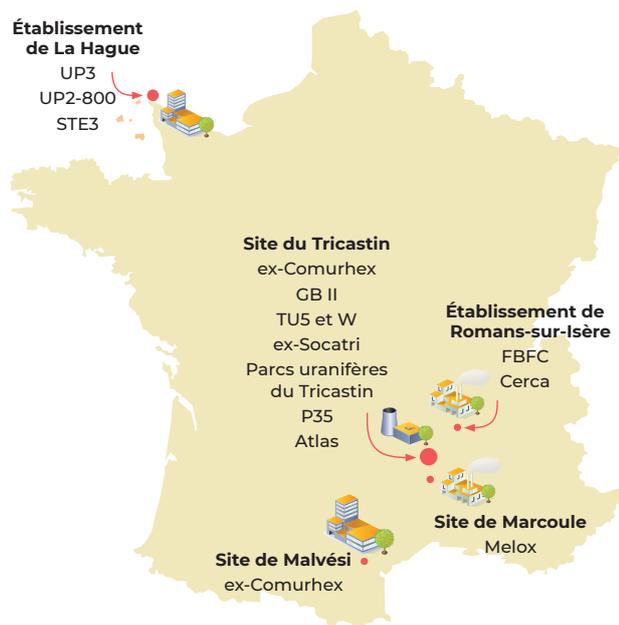
Des installations contrôlées relevant du régime des ICPE sont incluses dans son périmètre et sont dédiées à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 , pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine GB II. Elles produisent chaque année de l'ordre de 14 000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant de l'établissement Orano Cycle de Malvésí. Elles relèvent du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites «Seveso») ainsi que du dispositif de garanties financières pour la mise en sécurité des installations et, enfin, sont soumises à la [directive 2010/75/UE](#) du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite «IED».

• L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation

Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée [Georges Besse II](#) (GB II), dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l' UF_6 dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux enrichi en isotope-235 fissile et d'un flux appauvri. GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

Installations du cycle du combustible en fonctionnement et en démantèlement



L'ASN a autorisé, début 2009, la mise en service de l'unité Sud, composée de huit modules, puis, en 2013, de l'unité Nord, composée de six modules, dont les deux premiers sont prévus pour enrichir de l'uranium issu du traitement de combustibles usés. L'ASN a autorisé en 2014 la mise en service de l'atelier support. L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui est soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre.

• L'installation Atlas – INB 176

L'installation [Atlas](#) a pour fonction :

- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

Ce laboratoire répond aux exigences de sûreté les plus récentes. Ainsi, le bâtiment choisi pour l'implantation d'Atlas est plus robuste aux agressions externes que les bâtiments où étaient implantés les laboratoires qu'il remplace. L'ASN a autorisé le 7 mars 2017 la mise en service d'Atlas. Après validation des essais de démarrage, Orano a démarré en 2018 le fonctionnement de deux des trois bancs d'analyse infrarouge et des bancs de sous-échantillonnage d' UF_6 . Conformément à l'autorisation de mise en service, Orano a réalisé une synthèse des essais de démarrage, un bilan de l'expérience d'exploitation acquise et mis à jour son référentiel de sûreté en 2018.

• L'installation dite « Parcs uranifères du Tricastin » – INB 178

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « [Parcs uranifères du Tricastin](#) », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

• L'installation P35 – INB 179

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par [décision du Premier ministre](#), l'INB 179, dite « P35 » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

1.2 – Fabrication du combustible

La fabrication du combustible pour les réacteurs électro-nucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) » (INB 98), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère appelée [Cerca](#) (INB 63).

Le combustible MOX, constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium, est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano Cycle et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 – Aval du cycle du combustible – retraitement

• Les usines de retraitement Orano Cycle de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Cycle.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 ([décision n° 2015-DC-0535](#) et [décision n° 2015-DC-0536](#)).

• Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit sous eau en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano Cycle de Marcoule (Melox).

• Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standard de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standard de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte de Soulaire (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano Cycle de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C). Conformément à l'article L. 542-2 du code de l'environnement, les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système Exper, a été approuvé par [arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008](#).

1.4 — La cohérence du cycle du combustible du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano Cycle, Framatome, EDF et l'Andra.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact

cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

L'ASN a demandé en 2015 à EDF qu'une révision globale du dossier « Impact cycle » soit effectuée pour 2016. En juin 2016, EDF a remis le dossier dénommé « Impact cycle 2016 » pour la période 2016-2030 : ce dossier, élaboré en collaboration avec Framatome, Orano Cycle et l'Andra, identifie notamment les seuils de rupture (saturations de capacités, limite de teneur isotopique de combustible atteinte, etc.) prévisibles jusqu'en 2040 en prenant en compte plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique. Cette mise à jour présente plusieurs nouveautés par rapport aux démarches antérieures engagées en 1999 et 2006 :

- la période d'étude couvrant habituellement dix ans a été portée à quinze ans, afin de tenir compte des délais effectivement constatés dans l'industrie nucléaire pour concevoir et construire de nouvelles installations qui seraient identifiées comme nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie ;
- les aléas sur les transports de substances radioactives ont été explicitement pris en compte ;
- la fermeture de réacteurs nucléaires a été étudiée sur la période de temps considérée, notamment dans l'hypothèse d'une demande électrique stable jusqu'en 2025 pour tenir compte de la programmation prévue par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) sur la transition énergétique pour la croissance verte ;
- la stratégie de gestion et d'entreposage des combustibles usés dans l'attente de leur traitement ou de leur stockage a été explicitée.

Après instruction, l'ASN a rendu le [18 octobre 2018 son avis](#), dont les principales conclusions sont les suivantes.

L'ASN estime que le dossier « [Impact cycle 2016](#) » présente de manière satisfaisante les conséquences de différents scénarios d'évolution du cycle du combustible nucléaire sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie.

L'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible, afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

Sur la décennie à venir, il apparaît en particulier qu'afin d'éviter la saturation trop rapide des capacités d'entreposage existantes (piscines des réacteurs nucléaires et de La Hague), toute diminution de la production par des réacteurs consommant du combustible MOX doit être accompagnée d'une diminution de celle des réacteurs consommant du combustible issu d'uranium naturel enrichi (UNE), de manière que l'ensemble des combustibles UNE usés soient retraités.

À plus long terme, il convient soit de disposer de nouvelles capacités d'entreposage très significativement supérieures au volume actuel et projeté, soit de pouvoir consommer du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe, qui sont les plus anciens. Ces options nécessitent, pour leur conception et leur réalisation, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN demande donc dès maintenant aux industriels d'étudier ces deux options.

Le Gouvernement élabore actuellement la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui est réactualisée tous les cinq

ans. Le fonctionnement du cycle du combustible nucléaire est susceptible d'évoluer en fonction des orientations ainsi définies. L'ASN demande donc aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la PPE sur le cycle du combustible nucléaire, et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions.

1.5 — Perspectives : les installations en projet et les installations dont les activités cesseront prochainement

• **Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin**

Orano Cycle a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano Cycle a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une poursuite de l'instruction en 2019.

• **La construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets**

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont construits module par module, par construction d'unités identiques appelées « fosse ». Les fosses 50 et 60 sont en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, Orano Cycle a demandé en avril 2017 une modification du décret de création de l'usine UP3-A pour pouvoir étendre l'entreposage de CSD-C. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

• **Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers**

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur Phénix ou d'autres réacteurs de recherche, Orano Cycle a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers. Cette unité comporterait de nouveaux équipements de cisailage et de dissolution. En mars 2017, l'ASN a indiqué à l'exploitant que les options de sûreté de cette nouvelle unité étaient globalement satisfaisantes. Des difficultés de conception ultérieures ont cependant conduit Orano Cycle à demander en 2018 un délai supplémentaire pour remettre la demande d'autorisation de cette unité prescrite par l'ASN. L'ASN étudiera l'acceptabilité de cette demande en 2019.

• **Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF**

Étant donné les échéances, identifiées par l'instruction du précédent dossier de « cohérence du cycle », de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés et les délais nécessaires à la conception et à la construction d'une nouvelle installation, l'article 10 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) établissant des prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs prescrit à EDF de transmettre « avant le 30 juin 2017 à l'ASN les options techniques et de sûreté relatives à la création de nouvelles capacités d'entreposage ».

EDF a retenu une piscine d'entreposage centralisé. Elle a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet. Ce projet, dont la localisation n'a pas été précisée par EDF, doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle.

L'ASN a invité EDF à compléter son dossier en juin 2017. Une fois ces compléments reçus, l'ASN a examiné la recevabilité de ce dossier, et saisi l'IRSN pour réaliser une expertise de ce sujet. Elle a souhaité de plus de disposer de l'avis du [groupe permanent d'experts](#), qui s'est réuni le 20 décembre 2018 pour examiner ces options de sûreté. L'ASN rendra son avis en 2019.

2 — Les actions de l'ASN dans le champ des installations du cycle du combustible : une approche graduée

2.1 — L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Les installations du cycle présentent des enjeux différents aux différentes étapes du cycle du combustible :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, en liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversions), de criticité, d'incendie ou d'explosion (ce sont des usines de céramique, qui utilisent des procédés de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre ou sont cristallisées) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre sont notamment liquides et en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et

d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont donc prégnants. Certaines usines d'Orano Cycle du Tricastin et à La Hague ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation. Chaque installation est notamment classée par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et inconvénients qu'elle présente. Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

En complément des inspections réalisées sur chaque installation, l'ASN contrôle les installations du cycle, en prêtant une attention particulière aux sujets suivants :

- les démonstrations de sûreté effectuées par l'exploitant pour justifier le fonctionnement des installations nucléaires ou des modifications ;

- l'organisation des exploitants ;
- la qualité d'exploitation des différentes INB ;
- la cohérence du cycle ;
- le retour d'expérience au sein des INB du cycle (voir chapitre 3, point 3.3.1).

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est en charge de l'instruction de ces modifications et propose au Gouvernement les projets de décrets qui accompagnent ces changements. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assumer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de la nature, de l'environnement, de la santé et la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté.

2.2 — Le retour d'expérience de Fukushima

Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima a été intégré de façon prioritaire sur l'ensemble des installations du cycle du combustible. Les exploitants ont fourni les rapports des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) en septembre 2011 pour toutes les installations et sites, à l'exception de l'INB 63 de Romans-sur-Isère, dont le rapport a été remis en septembre 2012.

En juin 2012, l'ASN a fixé aux installations d'Orano Cycle et de Framatome évaluées en 2011 des prescriptions complémentaires au vu des conclusions des ECS. Ces prescriptions imposent notamment la mise en œuvre d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant à prévenir un accident grave ou en limiter la progression, limiter les rejets massifs et

permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

De façon générale, Orano et Framatome ont conçu et mis en œuvre dans des délais courts de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans leurs installations.

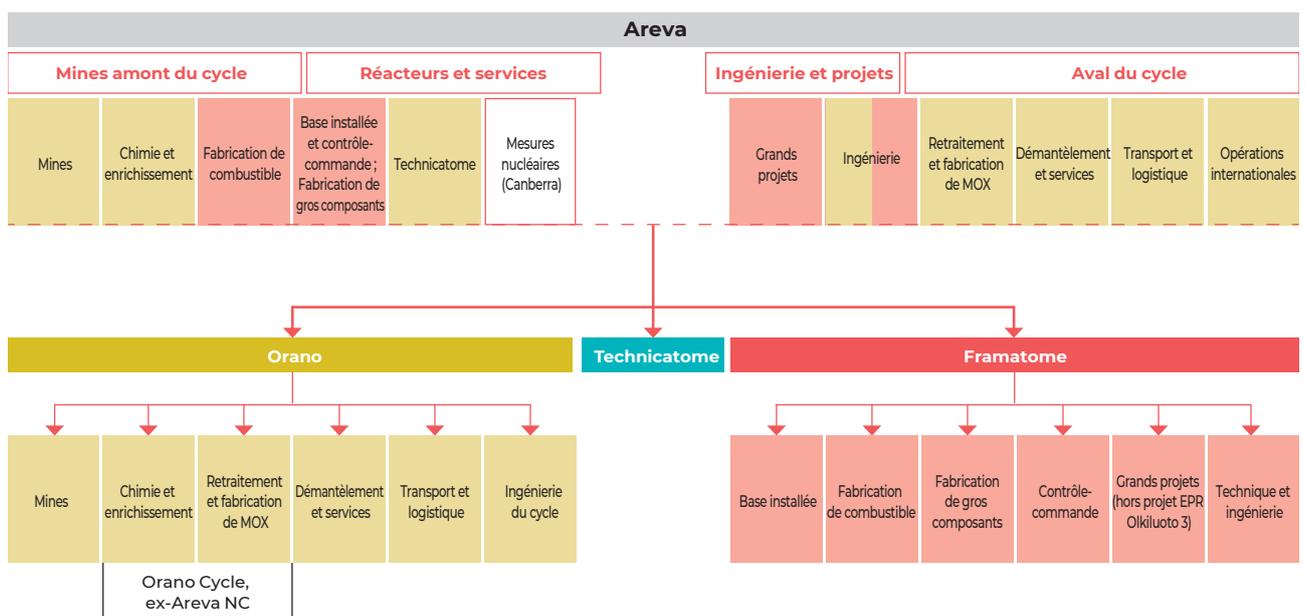
L'ASN a autorisé les exploitants des sites de Romans-sur-Isère et du Tricastin, respectivement en 2016 et en 2017, à faire évoluer les plans d'urgence interne de leurs INB pour y intégrer les dispositions du noyau dur dédiées à la gestion de crise. En particulier, les postes de commandement de crise local (PCD-L) de ces sites ont été déménagés au sein de nouveaux bâtiments de gestion de crise robustes à l'égard des aléas extrêmes. Ces bâtiments disposent notamment d'un système de ventilation avec filtration permettant de protéger le personnel présent d'un rejet toxique en provenance des installations de ces sites, des installations voisines, ou encore, sur le site du Tricastin, d'un rejet radioactif en provenance de la centrale nucléaire voisine.

Concernant le site de La Hague, Orano Cycle termine fin 2018 le changement des vannes du barrage des Moulinets de façon à assurer un niveau de robustesse à cet ouvrage permettant de disposer de réserves d'eau importantes en cas de situation extrême. Orano Cycle achève également la mise en place de pompes fixes de recirculation de l'eau sous chaque piscine d'entreposage afin de recycler l'eau et de maintenir un niveau d'eau minimal au-dessus des assemblages combustibles en cas de fuite. La fin prévisionnelle de ces travaux est prévue en avril 2019. L'ASN a autorisé en août 2018 Orano Cycle à mettre en œuvre des nouvelles dispositions organisationnelles permettant de remédier aux conséquences d'aléas extrêmes sur son site de La Hague. Le nouveau bâtiment de crise du PCD-L du site, robuste vis-à-vis de ces aléas, est aujourd'hui opérationnel.

Sur le site de Marcoule, Orano Cycle a commencé la construction de son nouveau bâtiment de crise, robuste aux aléas extrêmes, qui devrait être achevée en 2019.

L'ASN considère que l'avancement des travaux post-Fukushima est globalement satisfaisant chez Orano Cycle et Framatome.

Schéma de la réorganisation d'Areva en 2018



Hors Énergies renouvelables et Areva Med
Hors fonctions support

2.3 – Les réexamens périodiques des installations du cycle du combustible

Depuis la publication du [décret du 2 novembre 2007](#), l'ensemble des exploitants d'INB doivent effectuer des réexamens périodiques de leur installation au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du cycle. Les premiers ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir, dans une phase dite d'orientation, les sujets à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique et les méthodologies attendues.

Ces réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du cycle du combustible. Le développement de ces démarches peut présenter une certaine complexité car la plupart des installations du cycle du combustible sont uniques en leur genre. Orano Cycle a défini une démarche de sélection des équipements à surveiller qui est acceptable dans son principe. Cependant, l'inspection en 2018 par l'ASN de son application montre que le déploiement effectif par Orano Cycle de cette démarche présente des insuffisances.

Dans le contexte de la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et d'autres équipements de l'usine de La Hague, la maîtrise du vieillissement constitue, pour l'ASN, un enjeu prioritaire pour les installations de l'aval du cycle qui fera l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue dans l'instruction des réexamens périodiques en cours.

2.4 – L'organisation des exploitants des installations du cycle du combustible

L'année 2018 a été marquée par la réorganisation du groupe Areva. Ses activités de conversion, d'enrichissement, de retraitement du combustible nucléaire et de fabrication de combustible contenant du plutonium sont désormais rassemblées dans Orano Cycle, tandis que les activités de fabrication de combustible nucléaire en uranium enrichi sont regroupées dans Framatome, qui est détenue par plusieurs groupes industriels et EDF, qui en possède désormais la majorité. Au cours de ce processus, Orano Cycle et Framatome ont fait preuve d'une grande transparence vis-à-vis de l'ASN, en présentant un état régulier des décisions en cours et des incertitudes résiduelles. Cette transparence illustre l'évolution positive constatée depuis plusieurs années par l'ASN concernant ses relations à haut niveau avec ces acteurs industriels.

Au cours de l'année 2018, l'ASN a mené plusieurs inspections des services centraux de ces groupes.

Framatome et Orano Cycle ont établi des conventions pour gérer leur interdépendance, notamment dans le domaine de la gestion de crise et du retour d'expérience (REX). D'une manière générale, l'ASN note que la mutualisation des moyens d'expertise, de gestion de crise et du REX au travers de l'animation conjointe de réseaux sur les sujets transverses en matières de sûreté, d'environnement et de risques industriels, est opérationnelle et permet à chaque groupe de maintenir leurs capacités techniques et organisationnelles nécessaires pour répondre à leurs responsabilités d'exploitant.

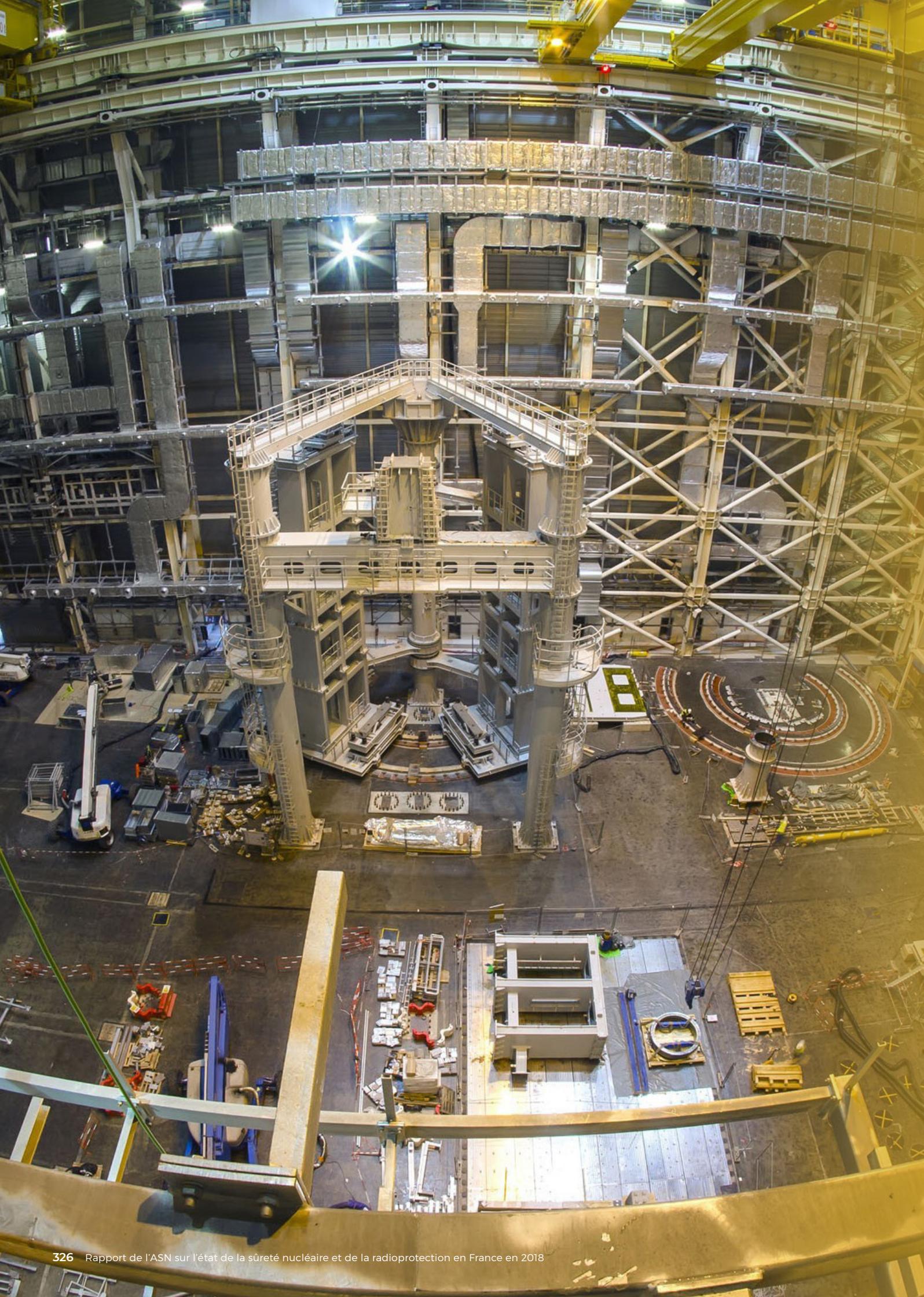
L'ASN a pu constater que des évolutions significatives ont été engagées au sein d'Orano, notamment au niveau du déploiement de la politique sûreté-environnement 2017-2020 en lien avec le plan stratégique et les priorités fixées par la direction générale. À cet égard, la nouvelle organisation du groupe, qui a séparé sa filière indépendante de sûreté de sa direction opérationnelle de sûreté au niveau central, constitue un progrès.

2.5 – Les actions particulières de contrôle menées en concertation avec l'ASND

La perspective de déclassement en INB de l'INBS du Tricastin amènera l'ASN à prendre la responsabilité du contrôle de ces installations. L'ASN veille avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) à maintenir une cohérence dans l'application des exigences de sûreté et de radioprotection pour les installations dont elles ont chacune la charge sur le site du Tricastin. En effet, la plupart des installations relevant de l'ASND sont arrêtées ou en démantèlement et ne concourent plus à la défense nationale. Elles ne devraient donc plus faire l'objet de mesures de secret à ce titre et seront donc progressivement déclassées en INB dans les années à venir.

L'ASN et l'ASND ont mis en place un groupe de travail afin de préciser les étapes de la reprise du contrôle de la sûreté des activités de ce site par l'ASN. Il a été retenu que ce transfert s'effectuera progressivement et sera l'occasion de réorganiser le contrôle du site du Tricastin afin que l'ensemble du site, y compris ses sols présentant des pollutions historiques, soit contrôlé par l'une ou l'autre des autorités de sûreté. En concertation avec l'ASND, l'ASN proposera au ministre chargé de la sûreté nucléaire un reclassement des différentes installations de l'INBS du site vers des INB visant à minimiser le nombre d'étapes.

Les diverses installations de l'INBS devraient être regroupées, selon leur finalité, au sein d'INB existantes ou nouvelles. Leurs référentiels de sûreté devront par la suite être mis en conformité avec le régime des INB.



Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

1 Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France _____ 328

1.1 Les réacteurs de recherche

1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 Les laboratoires

1.2.2 Les accélérateurs de particules

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

1.3 Les installations d'entreposage de matières

1.4 Perspectives : les installations en projet

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée _____ 332

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

2.2 Les réexamens périodiques

2.3 Le retour d'expérience de Fukushima

3 La sûreté nucléaire des installations de recherche et industrielles diverses _____ 333

Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

Les installations nucléaires de recherche ou industrielles sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du cycle du combustible) ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), mais également

par d'autres organismes de recherche (par exemple, l'Institut Laue-Langevin (ILL), l'organisation internationale ITER et le Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Stéris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

La variété et l'historique des activités de ces INB expliquent la grande diversité des installations concernées.

1 — Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

1.1 — Les réacteurs de recherche

Les réacteurs de recherche ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une réaction en chaîne est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Chaque réacteur de recherche constitue une installation spécifique, l'ASN adapte son contrôle à ses risques et inconvénients.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur sous eau (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur sous air (après dénoyage du cœur ou lors d'une manutention). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

• Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les réacteurs à faisceaux de neutrons sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie...), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux (doigts de gant) dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il existe deux réacteurs à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le réacteur [Orphée](#) (INB 101) exploité par le CEA à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth), et le [réacteur à haut flux](#) – RHF (INB 67) exploité par l'Institut Max von Laue-Langevin (ILL) à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 MWth). Ces réacteurs fonctionnent par cycle de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement.

Le CEA arrêtera définitivement le réacteur Orphée fin 2019, qui sera ensuite démantelé.

• Les réacteurs « d'essais »

Les réacteurs « d'essais » sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

En France, il existe un réacteur en fonctionnement de type « d'essais », exploité par le CEA à Cadarache, [Cabri](#) (INB 24). Le réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, du refroidissement pour évacuer la puissance et le confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018, après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

• Les réacteurs d'irradiation

Les réacteurs d'irradiation sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type REP, les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation, les échantillons font l'objet d'examens destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser pleinement les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de MWth. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

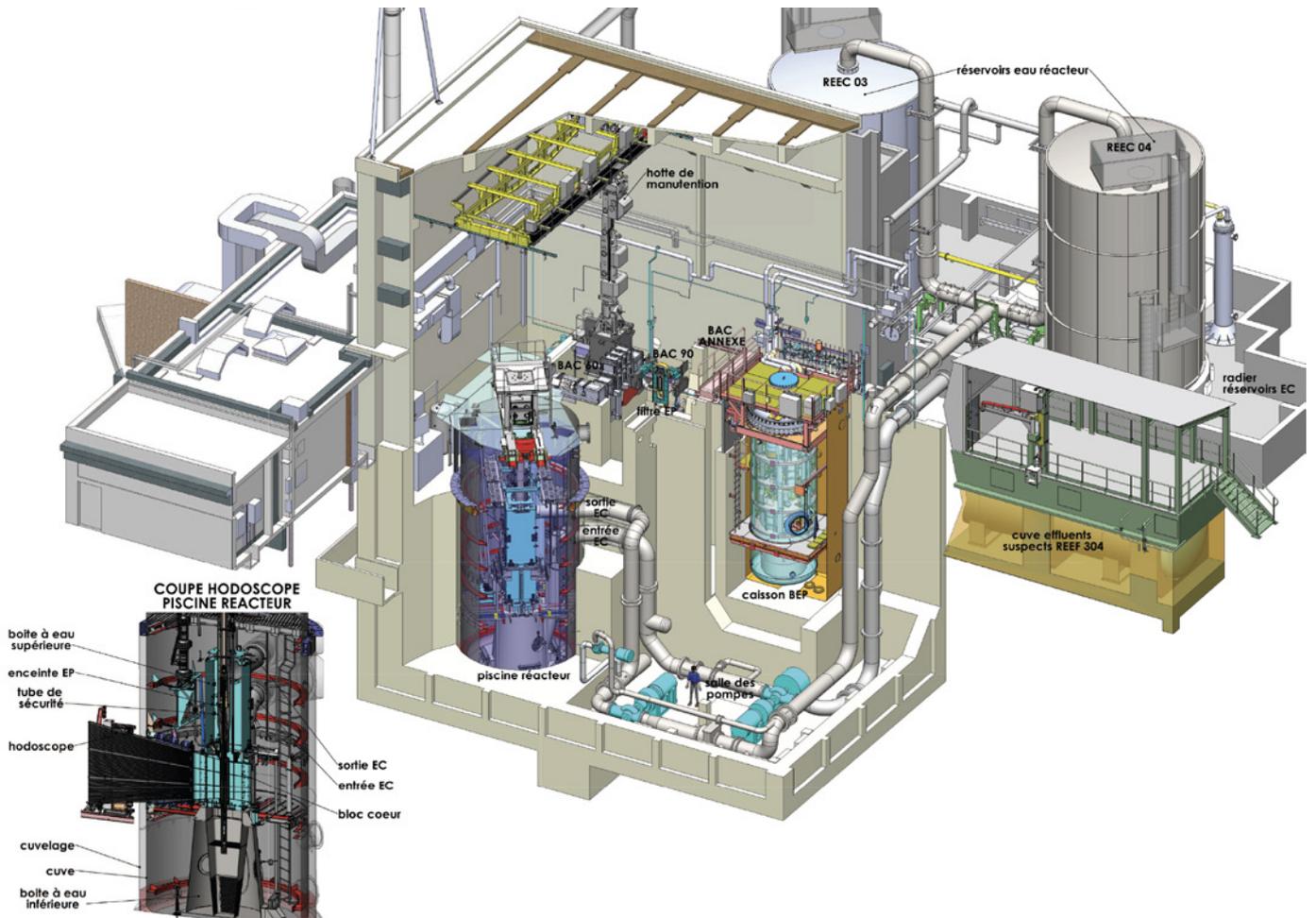
En France, il n'existe plus de réacteurs d'irradiation technologique en fonctionnement : le réacteur [Osiris](#) (INB 40), implanté à Saclay, est définitivement arrêté depuis 2015. Le [réacteur Jules Horowitz](#) (RJH, INB 172), destiné à le remplacer, est en cours de construction.

Les installations de recherche en France

- ▲ Réacteurs de recherche
 Cadarache: Cabri
 Saclay: Orphée, Osiris
 Grenoble: RHF
- ▲ Réacteurs de recherche en construction
 Cadarache: ITER,
 Réacteur Jules Horowitz
- ▲ Maquettes critiques et réacteur d'enseignement
 Cadarache: Masureca, ÉOLE, Minerve
 Saclay: ISIS
- Accélérateurs de particules
 Caen: Ganil
 Genève: CERN
- Laboratoires et installations industrielles diverses
 Cadarache: LECA/STAR, Lefca
 Saclay: LECI, UPRA
 Marcoule: Atalante
- Entreposage de matières
 Cadarache: Magenta, MCMF
- ◆ Installations industrielles d'ionisation
 Dagneux, Pouzauges, Sablé-sur-Sarthe: Ionisos
 Marseille: Gammaster
 Marcoule: Gammatec
 Saclay: Poséidon



Cabri, réacteur « d'essais »



• Les maquettes critiques

Les maquettes critiques sont des réacteurs de très faible puissance (d'une centaine de watts à quelques kilowatts). De conception simple, ils ont pour objectifs l'approfondissement des connaissances sur les caractéristiques neutroniques de matériaux et l'étude de la neutronique des cœurs des réacteurs pour la validation des outils de calcul scientifique. Les maquettes critiques sont adaptables en fonction du programme expérimental. Les cœurs sont fortement instrumentés afin de pouvoir exploiter les résultats des expériences menées.

En France, les maquettes critiques civiles, exploitées par le CEA à Cadarache, [Masurca](#) (INB 39), [ÉOLE](#) (INB 42) et [Minerve](#) (INB 95), sont définitivement arrêtées, en vue de leur démantèlement. Ces trois installations présentent ainsi aujourd'hui des enjeux limités en matière de maîtrise des risques et inconvénients.

• Les réacteurs dédiés à l'enseignement

Les réacteurs dédiés à l'enseignement sont caractérisés par de faibles puissances (de quelques centaines de watts à quelques centaines de kilowatts), permettant un accès facile à l'installation et une simplicité d'utilisation.

Le réacteur [ISIS](#), situé dans le périmètre du réacteur de recherche Osiris (INB 40), fait partie de cette famille de réacteur. Il est définitivement arrêté, en vue de son démantèlement, depuis mars 2019. Compte tenu de leur faible puissance et de leur taille réduite, ces installations présentent des risques et inconvénients limités.

• Les réacteurs à fusion

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation [ITER](#) (INB 174) est un projet international de réacteur à fusion en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 MW pendant 400 s).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer en particulier la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier), les risques d'exposition aux rayonnements ionisants (forte activation des matériaux sous flux neutronique intense) ou l'évacuation de la puissance résiduelle des compartiments du réacteur (en particulier lors des opérations de maintenance).

1.2 — Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 — Les laboratoires

Les laboratoires menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, le cycle du combustible ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

• Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention...) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont, par ailleurs, des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

• Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont par exemple pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

- le laboratoire d'examen des combustibles actifs ([LECA](#)), situé à Cadarache et son extension, la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement ([STAR](#)), qui constituent l'INB 55;
- le laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés ([Lefca](#), INB 123), situé à Cadarache;
- le laboratoire d'essais sur combustibles irradiés ([LECI](#), INB 50), situé à Saclay.

• Les laboratoires de recherche et de développement

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'Atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement ([Atalante](#), INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

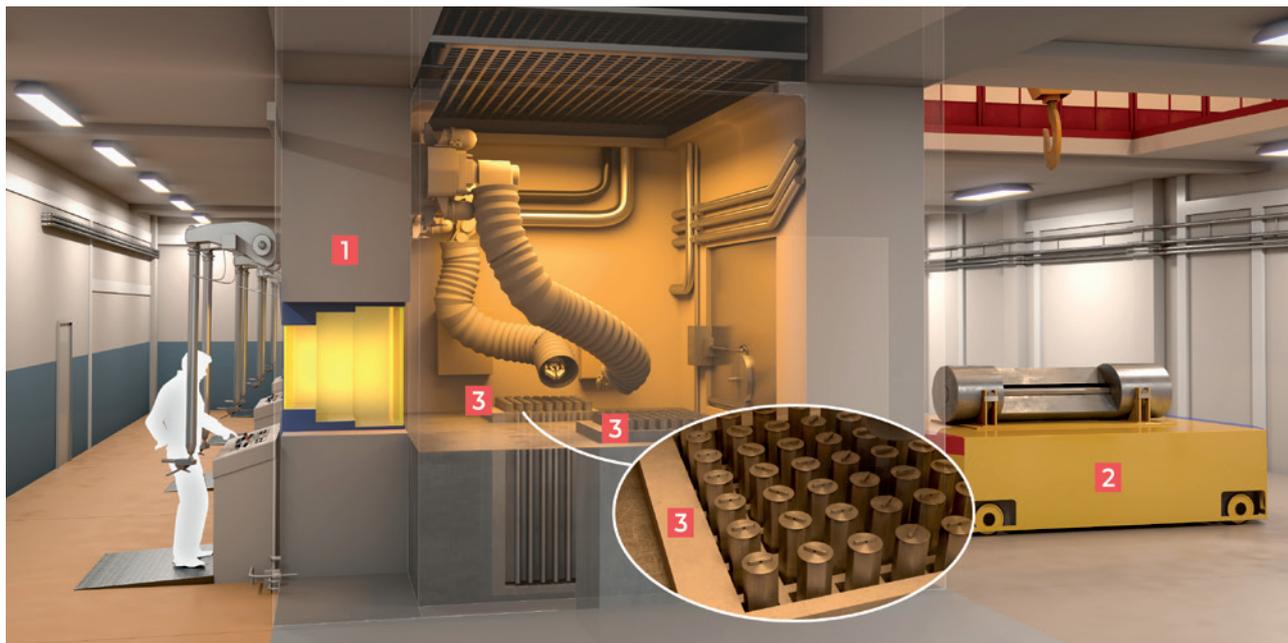
• L'Usine de production de radioéléments artificiels (UPRA)

L'Usine de production de radioéléments artificiels ([UPRA](#)), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, leader mondial des produits radiopharmaceutiques.

1.2.2 — Les accélérateurs de particules

Certains accélérateurs de particules sont des installations nucléaires de base. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs

Laboratoire d'examen des combustibles actifs - LECA



1: Cellules blindées 2: Matériels roulants 3: Puits

importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants constitue donc le risque principal dans ce type d'installations.

• Le Ganil

Le Grand accélérateur national d'ions lourds ([Ganil](#), INB 113), situé à Caen, mène des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome.

• Le CERN

Située entre la France et la Suisse, l'organisation européenne pour la recherche nucléaire ([CERN](#)) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN n'exploite pas un seul accélérateur de particules pour étudier la structure de la matière, mais toute une chaîne de dispositifs (appelés parfois injecteurs). Cette chaîne comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires. Du fait de sa nature extraterritoriale, le CERN fait l'objet de [modalités de vérifications particulières](#) de la part des autorités de sûreté française et suisse (voir chapitre 6).

1.2.3 — Les installations industrielles d'ionisation

Les installations industrielles d'ionisation, dénommées irradiateurs, utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à [Dagneux](#) (INB 68), [Pouzauges](#) (INB 146) et [Sablé-sur-Sarthe](#) (INB 154);
- le groupe Steris, qui exploite les installations [Gammaster](#) (INB 147) et [Gammatec](#) (INB 170), à Marseille et à Marcoule;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur [Poséidon](#) (INB 77) sur le site de Saclay.

1.3 — Les installations d'entreposage de matières

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca...) en fonction des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (ÉOLE, Minerve, Osiris, Masurca...).

• Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade

de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives et, d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

• Les installations d'entreposage dédiées

L'installation [Magenta](#) (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le Magasin central des matières fissiles ([MCMF](#), INB 53), définitivement arrêté fin 2017 et vide.

• Les locaux d'entreposage de matières dans les INB

D'autres locaux d'entreposage de matières radioactives, situés au sein d'une INB, sont autorisés à entreposer des matières radioactives sur site, mais dans des quantités bien inférieures à celles entreposées dans Magenta. C'est le cas par exemple de l'INB 55, dénommée [STAR](#), qui entrepose des combustibles usés, irradiés à la suite d'un retraitement et/ou d'un conditionnement.

2 — Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

2.1 — L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Le régime des INB s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents : réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation...

Les principes de sûreté appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du cycle du combustible, tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523](#) de l'ASN du 29 septembre 2015). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et de profondeur des instructions menées par l'ASN. À titre d'exemple, les réacteurs de recherche, dénommés RHF et Cabri, sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules, dénommé Ganil, est classé en catégorie 3.

2.2 — Les réexamens périodiques

Le [code de l'environnement](#) impose aux exploitants de réaliser, tous les dix ans, un [réexamen périodique](#) de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de

1.4 — Perspectives : les installations en projet

Une grande partie des installations du CEA ont été construites en support au parc nucléaire français, dans les années 60 à 70. Elles sont aujourd'hui vieillissantes, et le CEA peut vouloir les remplacer pour des raisons de sûreté ou pour disposer d'outils plus adaptés à ses besoins de recherche.

Les futurs projets du CEA concernent :

- **le laboratoire Mosaïc** : le CEA envisage la construction d'un nouveau laboratoire, dénommé Mosaïc, en remplacement du laboratoire LECA. Le CEA a annoncé à l'ASN en 2018 le début des études pour définir les options de sûreté de cette nouvelle installation ;
- **la maquette critique Zephyr** : le CEA envisage la construction d'une nouvelle maquette critique, dénommée Zephyr (*Zero Power Experimental PHYSics Reactor*) qui incorporerait les fonctionnalités d'ÉOLE et de Minerve ainsi que celles de Masurca, réacteurs expérimentaux définitivement arrêtés. Cette installation vise à réaliser des expérimentations appropriées pour la validation des outils de calcul relatifs à la physique des cœurs pour les réacteurs en service et les projets futurs.

l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remise à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

Pour les installations qui n'avaient pas encore fait l'objet d'un premier réexamen, le [décret du 2 novembre 2007](#) imposait aux exploitants de remettre, au plus tard en novembre 2017, un premier rapport de réexamen. Ainsi, le CEA a réalisé, pour le 1^{er} novembre 2017, 16 réexamens périodiques et a transmis les rapports de réexamen à l'ASN.

L'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

L'instruction technique de l'ensemble de ces rapports de réexamen nécessitera plusieurs années compte tenu des spécificités propres à chacune des installations concernées.

L'ASN a poursuivi en 2018 ses inspections sur site, engagées en 2016, consacrées spécifiquement au réexamen périodique des installations. Elle constate que le CEA s'approprie mieux désormais les problématiques liées au réexamen, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation transverse dédiée à ces processus.

L'ASN sera attentive à la bonne réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. Pour le CEA, elle constate que plusieurs projets portant sur la rénovation d'installations ou des projets d'installations neuves, indiqués dans les rapports de réexamen, ont par la suite été redéfinis ou abandonnés pour des raisons budgétaires. Dans certains cas, l'ASN peut être amenée à restreindre les conditions d'exploitation, voire à demander l'arrêt de certaines installations.

Le CEA a par ailleurs informé l'ASN qu'il souhaite lisser la charge liée à ces réexamens, au regard de son organisation et de ses moyens, en anticipant la remise de rapport de réexamen de certaines installations dans la prochaine décennie. L'ASN est favorable à cette démarche.

2.3 — Le retour d'expérience de Fukushima

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a lancé une démarche d'[évaluation complémentaire de sûreté](#) (ECS) des installations nucléaires. La démarche consiste à évaluer les marges de sûreté dont disposent les installations pour résister à des pertes d'alimentation électrique ou de refroidissement et à des agressions naturelles extrêmes.

L'ASN a prescrit en mai 2011 de procéder à des ECS pour les INB présentant les risques les plus importants au regard de l'accident de Fukushima (lot 1). Pour les INB du CEA (Masurca, Osiris et RJH) et du réacteur de recherche RHF du lot 1, l'ASN a prescrit, en 2012, au vu des conclusions des ECS, la mise en place de dispositions organisationnelles et matérielles adaptées, appelées « [noyau dur](#) ». À la fin 2018, l'ASN estime que les travaux ont bien avancé. Elle constate notamment que les travaux d'ampleur sur le réacteur de recherche RHF sont finalisés de manière satisfaisante, avec notamment la construction de nouveaux locaux de gestion de crise robustes, un renforcement de l'étanchéité du bâtiment réacteur en cas d'inondation extrême et l'implantation ou la modification de circuits de sauvegarde permettant de se prémunir des risques liés à la perte de refroidissement.

La démarche des ECS s'est poursuivie pour un deuxième groupe de 22 installations (lot 2) présentant des enjeux de sûreté moins importants. Parmi elles se trouvent l'UPRA, des installations de recherche du CEA (Atalante, Cabri, LECA et Orphée) et ITER. Les moyens de gestion de crise des centres du CEA de Cadarache, de Marcoule et de Saclay ont été examinés dans le cadre des ECS de ce deuxième lot. L'ASN a prescrit en 2015 la réalisation de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions climatiques extrêmes. Elle constate que ces projets ont pris du retard sur l'ensemble des centres du CEA, pour des raisons diverses et que les échéances initialement prescrites n'ont pas été respectées. L'ASN souligne que, face aux retards avérés dans la mise en œuvre des nouveaux bâtiments de gestion de crise au niveau des centres de Saclay et de Cadarache, les mesures compensatoires proposées par le CEA devront être rapidement opérationnelles.

Enfin, parmi la trentaine d'autres installations LUDD présentant les enjeux de sûreté les plus faibles (lot 3), l'ASN a prescrit, en 2013, aux installations du CEA (Lefca, LECl, Poséidon, Magenta et STAR), au Ganil et aux irradiateurs du groupe Ionisos et Steris, un calendrier de remise des rapports ECS qui s'étend jusqu'en 2020. Pour ces installations, les ECS seront instruites dans le cadre du réexamen périodique, comme c'est le cas actuellement pour l'irradiateur Gammaster et les irradiateurs du groupe Ionisos.

3 — La sûreté nucléaire des installations de recherche et industrielles diverses

Le bilan de l'année 2018, pour chaque installation, est détaillé en introduction de ce rapport par région, et accompagné de l'appréciation de l'ASN. Certains exploitants d'installations de recherche ou industrielle diverses n'exploitent qu'une à trois installations.

Le CEA assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature et aux enjeux de sûreté divers ; des réacteurs de recherche et des laboratoires qui contribuent à l'approfondissement des connaissances pour l'industrie nucléaire (centrales nucléaires, cycle du combustible, gestion des déchets) ainsi que des installations d'entreposage.

Le CEA a arrêté définitivement plusieurs installations et se prépare à réaliser ou réalise leur démantèlement ; il construit un nouveau réacteur de recherche, qui a vocation à reprendre les activités de plusieurs réacteurs expérimentaux à l'arrêt ; il a identifié, dans le cadre des réexamens périodiques, la nécessité de réaliser des travaux dans de nombreuses installations pour poursuivre leur fonctionnement.

L'ASN sera attentive à la bonne réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. Elle constate ainsi que le CEA prend parfois des engagements pour chaque dossier, sans être parfois en mesure de s'assurer que les ressources humaines et financières sont bien disponibles. Ceci peut le conduire par la suite à ne pas tenir certains engagements. L'ASN a ainsi constaté des retards dans la mise en œuvre des nouveaux bâtiments de gestion de crise, prenant en compte le retour d'expérience de Fukushima, pour les centres de Saclay et de Cadarache. Les mesures compensatoires proposées par le CEA devront être rapidement opérationnelles. L'ASN reste vigilante sur la tenue des calendriers des engagements du CEA, la complétude des

dossiers transmis, la qualité des réponses aux demandes et le respect des prescriptions.

La réglementation prévoit que l'exploitant dispose notamment des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités qu'il exerce. Pour cela, le CEA définit et met en œuvre un système de gestion intégrée (SGI), permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant ses installations nucléaires. Ce SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par le CEA vise à s'assurer des modalités de mise en œuvre du SGI. L'ASN contrôle aussi l'organisation du CEA pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités. Elle s'assure que les aspects organisationnels et humains sont bien pris en compte aux différentes étapes de la vie d'une installation (conception, modification, arrêté définitif et démantèlement...). Pour ce faire, l'ASN réalise des inspections dans les installations nucléaires, ou plus ponctuellement dans les services centraux. Elle examine aussi périodiquement une revue de l'ensemble du système de gestion du CEA. La prochaine revue du CEA est prévue en 2019.

L'appréciation globale de l'ASN sur la sûreté nucléaire des installations exploitées par le CEA est également présentée en introduction. Enfin, l'évaluation de la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets est présentée dans les chapitres 13 et 14.



Le démantèlement des installations nucléaires de base

1 Le cadre juridique et technique du démantèlement _____ 336

- 1.1 Les enjeux du démantèlement
- 1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement
 - 1.2.1 Le démantèlement immédiat
 - 1.2.2 L'assainissement complet
- 1.3 L'encadrement du démantèlement
- 1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

2 La situation des installations nucléaires en démantèlement - enjeux spécifiques _____ 339

- 2.1 Les réacteurs électronucléaires
 - 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression
 - 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les REP
- 2.2 Les installations de recherche
 - 2.2.1 Les laboratoires de recherche
 - 2.2.2 Les réacteurs de recherche
- 2.3 Les installations de l'amont du cycle du combustible nucléaire
- 2.4 Les installations de l'aval du cycle du combustible
- 2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets)

3 Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée _____ 343

- 3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 3.2 Le retour d'expérience de Fukushima
- 3.3 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement
- 3.4 Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

4 Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement _____ 345

- 4.1 Les stratégies de démantèlement des exploitants
 - 4.1.1 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'EDF
 - 4.1.2 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'Orano
 - 4.1.3 Évaluation de la stratégie de démantèlement du CEA
- 4.2 Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'EDF
- 4.3 Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement du CEA
- 4.4 Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'Orano

Annexe Liste des INB en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2018 __ 348

Le démantèlement des installations nucléaires de base

Le terme de [démantèlement](#) couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, opération administrative consistant à retirer l'installation de la liste des installations nucléaires de base (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des matières radioactives et des déchets encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement. L'exploitant procède, ensuite, à l'assainissement des locaux et des sols et, éventuellement, réalise des opérations de destruction de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini pour lequel la totalité des substances dangereuses, y compris non radioactives, a été évacuée de l'installation nucléaire.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée par une succession d'opérations souvent longues, coûteuses, produisant

des quantités massives de déchets. Les installations en démantèlement subissent des changements continus, qui modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projets.

En 2018, 36 installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets...) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation. L'ASN instruit, au 31 décembre 2018, 16 dossiers de démantèlement d'installation définitivement arrêtée, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de démantèlement sont substantiellement modifiées.

L'année 2018 a notamment été marquée par l'instruction par l'ASN des dossiers de justification du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs de la filière « uranium naturel-graphite-gaz » (UNGG) d'EDF et de l'instruction conjointe, par l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), des dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA et d'Orano.

1 — Le cadre juridique et technique du démantèlement

1.1 — Les enjeux du démantèlement

La réalisation dans les délais des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. En effet, le démantèlement est plutôt caractérisé par une succession d'opérations que par un état de production, et donc par des risques évolutifs. Certains risques, notamment le risque de rejets importants hors du site, diminuent car la quantité de substances radioactives diminue. Mais les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes liées aux manutentions de gros composants sur des chantiers en hauteur, d'incendies ou de brûlures lors de travaux par point chaud avec présence de matériaux combustibles, d'anoxie lors de chantiers confinés, d'instabilité des structures partiellement démontées, de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de déchets au regard de celui lié au fonctionnement. Il est nécessaire d'en apprécier l'ampleur et les difficultés dès que possible dans la vie des installations (dès la conception si possible), afin d'assurer le démantèlement des installations en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est ainsi conditionné par la disponibilité de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque la disponibilité des exutoires finaux aux dates annoncées est remise en cause, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de leurs déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. Ce point fait d'ailleurs l'objet de prescriptions dans le [décret du 23 février 2017](#) établissant les prescriptions du [Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018](#) (PNGMDR) (voir chapitre 14).

L'ASN considère ainsi que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait

L'ASN promeut la doctrine de démantèlement française à l'international

Depuis 2014, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) reconnaît deux stratégies possibles de démantèlement des installations nucléaires, après leur arrêt définitif :

- le démantèlement différé : les parties de l'installation contenant des substances radioactives sont maintenues ou placées dans un état sûr pendant plusieurs décennies avant que les opérations de démantèlement ne commencent (les parties « conventionnelles » de l'installation peuvent être démantelées dès l'arrêt de l'installation) ;
- le démantèlement immédiat : le démantèlement est engagé dès l'arrêt de l'installation, sans période d'attente, les opérations de démantèlement pouvant toutefois s'étendre sur une longue période.

L'AIEA estime qu'il convient de privilégier le démantèlement immédiat.

Une troisième stratégie, intitulée « confinement sûr », qui consiste à placer les parties de l'installation contenant des substances radioactives dans une structure de confinement renforcée durant une période permettant d'atteindre un

niveau d'activité radiologique suffisamment faible en vue de la libération du site, n'est plus considérée comme acceptable par l'AIEA mais peut être justifiée par des circonstances exceptionnelles.

Aujourd'hui, en accord avec la position de l'AIEA, la politique française vise à ce que les exploitants des INB adoptent une stratégie de démantèlement dans des délais aussi brefs que possible.

L'ASN constate que certains pays occidentaux reconnaissent le démantèlement différé comme stratégie de référence. L'ASN constate, plus récemment, que la position de l'AIEA de ne pas accepter le « confinement sûr » est remise en cause par certains pays, essentiellement pour des raisons financières.

L'ASN promeut à l'international, dans ses relations bilatérales et dans les groupes de travail internationaux et européens, l'approche française d'un démantèlement, jusqu'à l'assainissement complet, dans des délais aussi brefs que possible, dont la charge du financement ne doit pas reposer sur les générations futures.

l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets établies par le CEA, EDF et Orano (voir point 4.1).

La politique française de gestion des déchets ne prévoit pas de seuils de libération pour les déchets très faiblement radioactifs mais leur gestion dans une filière spécifique, afin d'assurer leur regroupement et leur traçabilité. Cette politique repose sur le zonage des déchets des installations, qui a souvent été établi de façon majorante par les exploitants pour des raisons d'exploitation. Par conséquent, les démantèlements des installations anciennes du CEA et des usines de première génération d'Orano (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS, périmètre défense) de Pierrelatte au Tricastin et l'usine UP1 de l'INBS de Marcoule) vont conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Cette production massive dans les décennies à venir, non anticipée et incompatible avec le dimensionnement actuel du Cires, a conduit aux travaux d'un groupe de travail du PNGMDR, dont sont issues plusieurs pistes de réflexion, dont la création d'un nouveau stockage centralisé, le recyclage éventuel de certains déchets ou leur stockage sur place (voir chapitre 14).

1.2 — La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement

1.2.1 — Le démantèlement immédiat

De nombreux facteurs peuvent influencer le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : les réglementations nationales, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement, de personnel qualifié, du personnel présent lors de la phase de fonctionnement, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement... Ainsi, les pratiques et les réglementations diffèrent d'un pays à l'autre.

Le principe de démantèlement dans des délais aussi brefs que possible figure dans la réglementation applicable aux INB ([arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base). Ce principe, inscrit depuis 2009 dans la doctrine établie par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB, a été repris au niveau législatif dans la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette stratégie permet notamment de ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

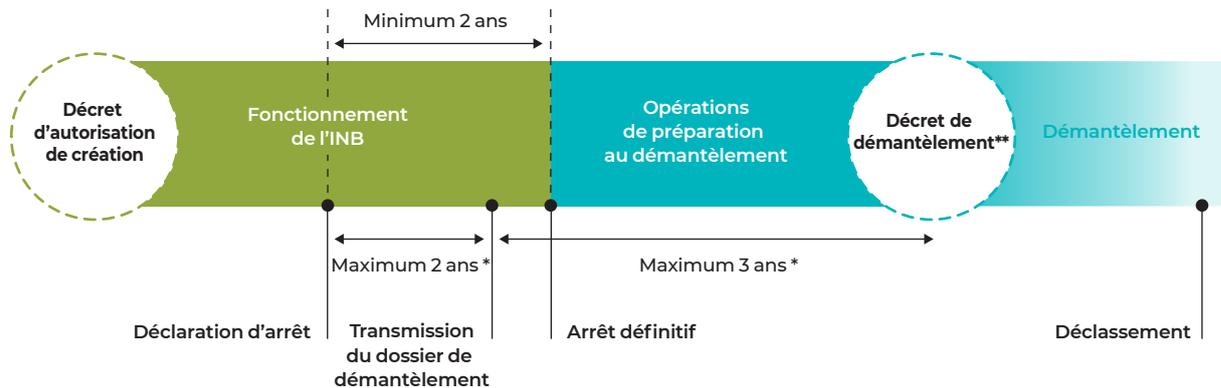
La stratégie adoptée en France vise à ce que :

- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;
- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent « dans un délai aussi court que possible » après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies selon la complexité de l'installation.

1.2.2 — L'assainissement complet

Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire progressivement à l'élimination des substances radioactives issues des phénomènes d'activation ou de dépôts, et d'éventuelles migrations de la contamination, dans les structures des locaux de l'installation, voire dans les sols du site.

Phases de la vie d'une installation nucléaire de base



* Délai prorogeable de 2 ans dans certains cas.

** Le décret de démantèlement prend effet à la date à laquelle l'ASN approuve la révision des règles générales d'exploitation et au plus tard un an après la publication du décret.

La définition des opérations d'assainissement des structures repose sur la mise à jour préalable du plan de zonage des déchets de l'installation, qui identifie les zones dans lesquelles les déchets produits sont contaminés ou activés, ou susceptibles de l'être. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux (par exemple à l'issue d'un nettoyage des parois d'un local à l'aide de produits adaptés), les « zones à production possible de déchets nucléaires » sont déclassées en « zones à déchets conventionnels ».

Conformément aux dispositions de l'article 8.3.2 de l'[arrêté du 7 février 2012](#), « l'état final atteint à l'issue du démantèlement doit être tel qu'il permet de prévenir les risques ou inconvénients que peut présenter le site pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu notamment des prévisions de réutilisation du site ou des bâtiments et des meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables ».

Dans ce cadre, l'ASN recommande, en accord avec sa doctrine, que les exploitants mettent en œuvre des pratiques de démantèlement et d'assainissement, tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment et dans des conditions économiques acceptables, visant à atteindre un état final pour lequel la totalité des substances dangereuses et radioactives a été évacuée de l'INB. C'est la démarche de référence selon l'ASN. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques de la pollution, cette démarche poserait des difficultés de mise en œuvre, l'ASN considère que l'exploitant doit aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement. Il doit en tout état de cause apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que la démarche de référence ne peut être mise en œuvre et que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées avec les meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables.

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après démantèlement doit être aussi faible que raisonnablement possible. L'ASN considère donc qu'il n'est pas envisageable de définir des seuils. En particulier, l'atteinte d'un seuil avec une exposition conduisant à une dose efficace annuelle de 300 microsievarts (le tiers de la dose limite annuelle de 1 millisievert pour le public) pour le public n'est acceptable

qu'après la démonstration de la prise en compte d'un processus d'optimisation, conformément aux textes de l'AIEA sur la libération inconditionnelle d'un site pollué par des substances radioactives.

L'ASN a ainsi mis à jour et publié en 2016 le guide technique relatif aux opérations d'assainissement des structures ([guide n° 14](#), disponible sur [asn.fr](#)). Les dispositions de ce guide ont déjà été mises en œuvre pour de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées : réacteurs de recherche, laboratoires, usine de fabrication de combustible... L'ASN a également publié en 2016 un guide relatif à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires ([guide n° 24](#), disponible sur [asn.fr](#)).

1.3 — L'encadrement du démantèlement

Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, celle-ci doit être démantelée et change donc de finalité, par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant notamment les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin du démantèlement et l'état final à atteindre.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma ci-dessus décrit la procédure réglementaire associée.

L'exploitant doit justifier dans son dossier de démantèlement que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée dans le cadre de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet notamment l'évacuation d'une partie des substances radioactives et chimiques, ainsi que la préparation des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes...). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation : réalisation de cartographies radiologiques, collecte d'éléments pertinents (historique de l'exploitation) en vue du démantèlement. Par exemple, le combustible d'un réacteur nucléaire peut être évacué lors de cette phase.

L'ASN est attentive à ce que l'exploitant reste dans son référentiel de fonctionnement jusqu'à l'obtention du décret qui lui permet d'effectuer les opérations majeures du démantèlement. L'ASN recommande que l'exploitant informe la commission locale d'information (CLI) des travaux envisagés dans le cadre des opérations de préparation au démantèlement, qu'il informe régulièrement celle-ci du déroulement des opérations et lui présente le résultat à l'issue de leur réalisation.

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

Le [code de l'environnement](#) prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les dix ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer par ces réexamens que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclassement, en appliquant les principes de la défense en profondeur propres à la sûreté nucléaire.

À l'issue de son démantèlement, une INB peut être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève plus du régime concerné. L'exploitant doit notamment fournir, à l'appui de sa demande de déclassement, un dossier comprenant une description de l'état du site après démantèlement (analyse de l'état des sols, bâtiments ou équipements subsistants...) et démontrant que l'état final prévu a bien été atteint. En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclassement d'une INB à la mise en place de servitudes d'utilité publique. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments (limitation à un usage industriel par exemple) ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement...).

2 — La situation des installations nucléaires en démantèlement – enjeux spécifiques

En 2018, 36 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France. Il est prévu qu'une dizaine d'installations supplémentaires soient arrêtées dans les années qui viennent (voir carte ci-après). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du cycle du combustible, installations support...) et les enjeux du démantèlement peuvent être très différents

1.4 — Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

Le [code de l'environnement](#), dans ses articles L. 594-1 à L. 594-14, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par le [décret n° 2007-243](#) du 23 février 2007 modifié relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires et par l'[arrêté du 21 mars 2007](#) relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Il vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, en respectant le principe « pollueur-payeur ». Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées. Ils sont tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles. Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

Ces charges se répartissent en cinq catégories :

- les charges de démantèlement, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion des combustibles usés, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de reprise et conditionnement de déchets anciens, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de surveillance après fermeture des stockages.

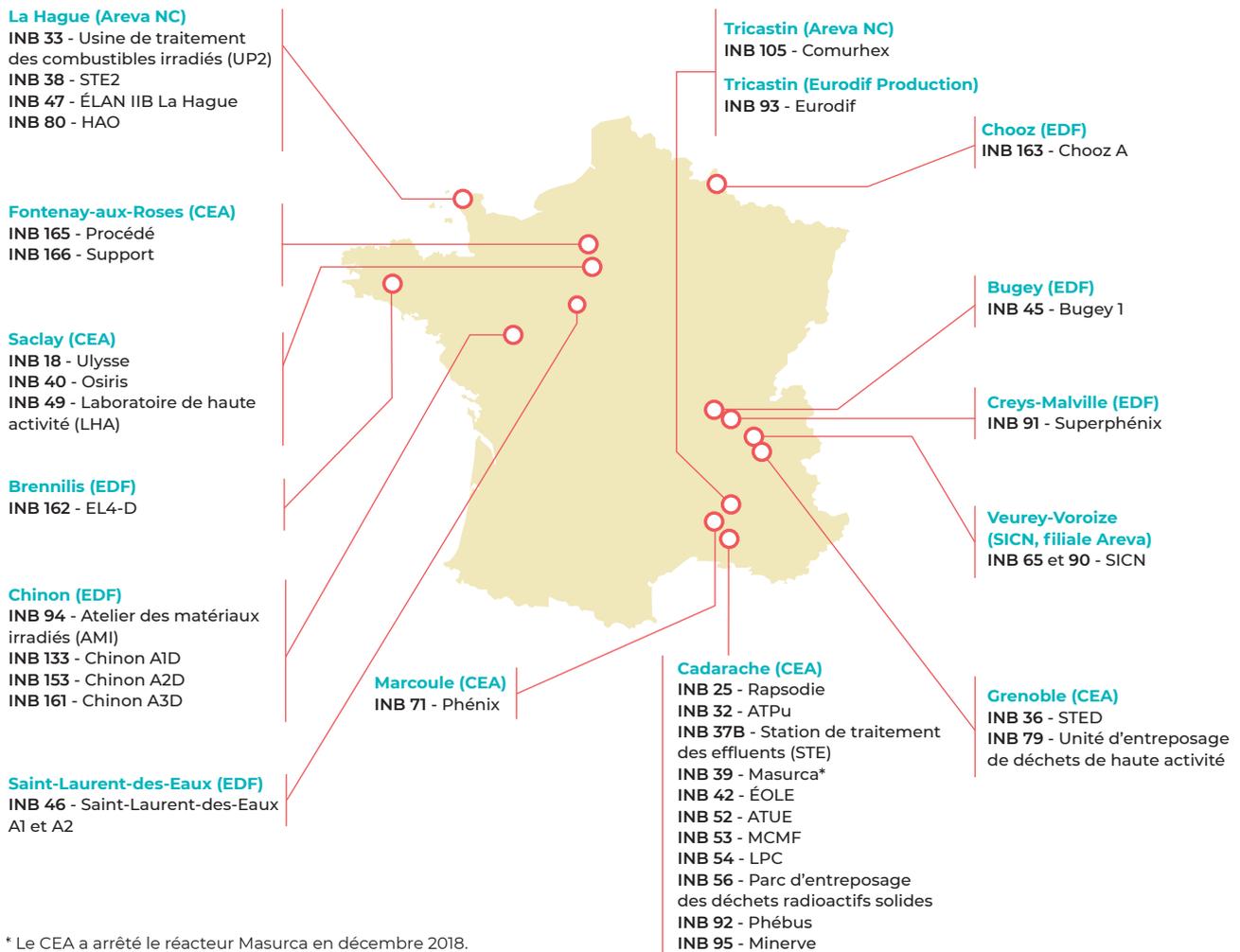
L'évaluation des charges considérées doit être effectuée selon une méthode reposant sur une analyse des options raisonnablement envisageables pour conduire les opérations, sur le choix prudent d'une stratégie de référence, sur la prise en compte des incertitudes techniques et des aléas de réalisation et sur la prise en compte du retour d'expérience.

Une convention, signée entre l'ASN et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), pour le contrôle des charges de long terme par l'ASN, définit :

- les conditions dans lesquelles l'ASN produit les avis qu'elle est chargée de remettre, en application de l'article 12 du décret du 23 février 2007, sur la cohérence de la stratégie de démantèlement et de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs ;
- les conditions dans lesquelles la DGEC peut faire appel à l'expertise de l'ASN, en application de l'article 15 du même décret.

d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement, et les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano Cycle ou des anciennes installations d'entreposage du CEA.

Installations définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement au 31 décembre 2018



2.1 — Les réacteurs électronucléaires

2.1.1 — Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le premier chantier de démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) en France est celui du réacteur **Chooz A** (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux 58 réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Le démantèlement de Chooz A est autorisé par décret depuis 2007 et présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A et de ses équipements internes est en cours et devrait se poursuivre dans les délais prescrits par le décret.

Le démantèlement des REP bénéficie d'un retour d'expérience acquis sur de nombreux projets à l'international et la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur. Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise.

Quelle que soit la durée de vie des réacteurs en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP dans les prochaines années. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible.

2.1.2 — Les réacteurs électronucléaires autres que les REP

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de type UNGG ainsi que le réacteur à eau lourde **EL4-D** sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, **Phénix** et **Superphénix**.

Ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à la perte de la connaissance de l'installation et de son exploitation ainsi que des compétences associées à ces réacteurs.

Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de retour d'expérience national et international.

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures à 250 MWth), leur démantèlement nécessite la découpe et le retrait de pièces activées du cœur du réacteur. Des moyens téléopérés sont donc mis en œuvre dans ces zones fortement irradiantes. Compte tenu de leur caractère unique, il est nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler.

Les UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment

des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques graphite pour lesquelles un stockage FA-VL est envisagé.

Le démantèlement du réacteur EL4-D (réacteur prototype à eau lourde) a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de retour d'expérience concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre, d'autre part en raison d'aléas concernant la mise en service de l'entreposage dédié aux déchets les plus actifs ([Iceda](#) voir partie introductive et chapitre 14).

Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix, Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et la sûreté de ces procédés de traitement.

2.2 – Les installations de recherche

2.2.1 – Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité ([LHA](#)) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique ([LPC](#)) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé « [Procédé](#) » de Fontenay-aux-Roses (INB 165). Ces laboratoires ont démarré dans les années 1960; ils étaient dédiés à la R&D, réalisée en soutien du développement de la filière électronucléaire en France.

De façon générale, les opérations de démantèlement à réaliser dans les laboratoires de recherche avant le déclassement se font en plusieurs étapes :

- l'évacuation des déchets historiques ou anciens ;
- le démontage des équipements électromécaniques et des enceintes de confinement ;
- l'assainissement des structures et des sols pollués par les activités de l'INB, s'il y a lieu.

La déconstruction des structures et du génie civil, s'il y a lieu, peut être réalisée de manière conventionnelle après leur assainissement complet. Néanmoins, dans certains cas de structures très contaminées, il est nécessaire de réaliser cette déconstruction au cours des étapes du démantèlement, leur stabilité ne pouvant plus être garantie une fois qu'elles sont assainies. Dans ce cas, la déconstruction, réalisée avec les techniques spécifiques du nucléaire, est une étape nécessaire au déclassement.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place : déchets MA-VL, déchets sans filière (par exemple : amiante, mercure...). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements difficiles et longs.

Une des étapes les plus importantes, et parfois difficile du fait d'archives incomplètes, du démantèlement de ce type d'installation, consiste à établir le plus précisément possible l'inventaire des déchets et l'état radiologique de l'installation pour définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets. En effet, des états initiaux incomplets et une caractérisation des déchets insuffisante conduisent à devoir réviser les étapes prévues et à des difficultés de conditionnement des déchets, préjudiciables à l'avancement du démantèlement.



Inspection de l'ASN à l'Atelier des matériaux irradiés – juin 2018

Lorsque les déchets sont évacués, très souvent dans des entreposages intermédiaires, et les principaux équipements démontés à distance avec les moyens de manutention existants, il est le plus souvent nécessaire, pour poursuivre les travaux de démantèlement, d'ouvrir les barrières de confinement des substances radioactives afin d'éliminer les derniers équipements de procédé ou de recherche, ainsi que les tuyauteries, en utilisant, entre autres, des moyens de découpe et des moyens de manutention plus importants. Ces derniers, en eux-mêmes, présentent des risques et peuvent conduire à une dissémination de la matière radioactive, source potentielle de contamination interne et externe pour les intervenants qui opèrent au plus près et doivent être protégés. Ces travaux peuvent en outre être réalisés à proximité de sources de rayonnements qui induisent des risques d'exposition externe pour les intervenants.

2.2.2 – Les réacteurs de recherche

En 2018, six réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés : [Rapsodie](#) (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), [Masurca](#) (maquette critique), [Minerve](#), [Phébus](#), [Osiris](#) (réacteurs de type « piscine »), [ÉOLE](#) (réacteur à eau) et [Ulysse](#) (réacteur d'enseignement). Tous sont en phase de préparation au démantèlement, sauf Ulysse dont le démantèlement doit être achevé en 2019. Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 Wth à 70 MWth) que pour les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980. Par ailleurs, l'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale. Au moment du démantèlement, ces installations présentent généralement un faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations consiste à évacuer le combustible utilisé lors des opérations préparatoires au démantèlement.

Les réacteurs de recherche bénéficient d'un retour d'expérience significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France ([Siloé](#), [Siloette](#), [Harmonie](#), Triton, le [réacteur universitaire de Strasbourg](#)) et à l'international. Leur démantèlement se fait sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années.

Les opérations de démantèlement d'un réacteur de recherche entraînent des risques évoluant rapidement du fait des nombreuses modifications de l'installation : peu à peu, les risques nucléaires laissent place aux risques industriels conventionnels, tels que le risque lié à la gestion de plusieurs chantiers simultanés, ou encore le risque chimique lors de la phase

d'assainissement. L'un des principaux enjeux réside cependant dans la production importante de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

2.3 — Les installations de l'amont du cycle du combustible nucléaire

Quatre installations de l'amont du cycle du combustible en exploitation sont arrêtées. Deux installations (INB 65 et 90), dont le démantèlement est presque achevé, constituent l'ancienne [usine de fabrication de combustibles nucléaires](#) de Veurey-Voroize, exploitée par la Société industrielle du combustible nucléaire (groupe Orano). Deux installations, situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'[enrichissement de l'uranium](#) par [diffusion gazeuse](#) (INB 93), l'autre dans la conversion de l'uranium (INB 105), sont en phase de préparation au démantèlement.

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside donc dans la présence de contamination radioactive liée à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particule « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de contamination interne. Néanmoins, la présence d'uranium uniquement facilite la caractérisation de l'état de l'installation au début des opérations de démantèlement.

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et notamment des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. Par ailleurs, les procédés industriels mis en œuvre impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (uranium, trifluorure de chlore ou fluorure d'hydrogène par exemple) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations.

2.4 — Les installations de l'aval du cycle du combustible

Les installations de l'aval du cycle du combustible sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano Cycle, sont situées sur le site de La Hague.

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée [UP2-400](#), pour « unité de production 2-400 tonnes » (la première usine de traitement aujourd'hui en démantèlement était UP1, située dans l'INBS de Marcoule), a été définitivement arrêtée le 1^{er} janvier 2004 avec ses ateliers supports : la station de traitement des effluents [STE2](#) et l'atelier de traitement des combustibles usés [AT1](#) (INB 38), l'atelier de fabrication de sources radioactives [ELAN IIB](#) (INB 47) et l'atelier « haute activité oxyde » ([HAO](#)), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » (INB 80).

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement [UP2-800](#) et [UP3-A](#), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés en vrac. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD). Ces déchets sont très irradiants et sont composés des éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets

technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de pré-hension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement est aussi un défi. Tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces ateliers, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénieries complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle...). Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens d'entreposage. Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement de ces ateliers, alors que le démantèlement des ateliers de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

2.5 — Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets)

La disponibilité des installations dites « support » (installations d'entreposage de déchets ou de matières, de conditionnement de déchets, de traitement d'effluents...) conditionne la réalisation des opérations de RCD, de démantèlement et d'assainissement. En effet, ces installations doivent non seulement être disponibles, en temps voulu, mais également être adaptées aux quantités et aux types de déchets ou effluents qu'elles seront amenées à traiter.

Nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'est pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées. Elles n'ont pas toujours été remplacées par des installations neuves.

S'agissant des anciennes installations d'entreposage, elles n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation des déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemple, l'on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74), les silos de l'usine Orano Cycle de La Hague (silos 115 et 130 dans l'INB 38, silo HAO dans l'INB 80), les fosses et tranchées de l'INB 56, les puits de l'INB 72 et de l'INB 166. La reprise des déchets y est complexe et s'étalera sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être ensuite conditionnés et ré-entreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction. Ce conditionnement et cet entreposage doivent être réalisés sans nuire à la capacité des déchets à être ensuite stockés dans des installations en projet. Il est donc nécessaire que les exploitants s'engagent dans un programme ambitieux de développement concernant le conditionnement des déchets de faible et moyenne activité à vie longue.

Initialement, presque chaque site disposait d'une station de traitement des effluents (STE), qui procédait également au conditionnement des concentrats. Le vieillissement de ces installations ou l'arrêt du fonctionnement des installations productrices d'effluents a conduit à l'arrêt de ces STE. À titre d'exemple, l'on peut citer la STED de FAR, l'INB 37- B de Cadarache, la STE2 de l'usine de La Hague et la STE de Brennilis. Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

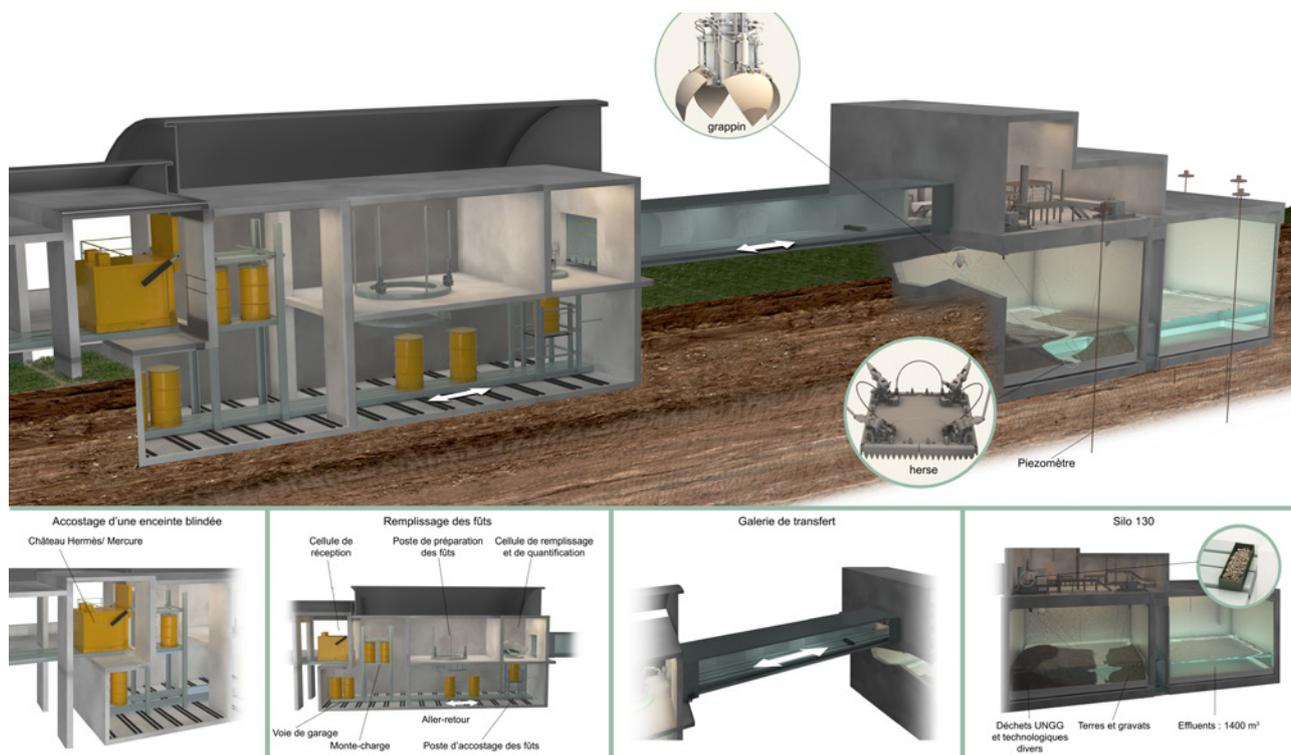


Schéma de reprise et conditionnement des déchets du Silo 130

S'agissant des besoins de traitement des effluents issus des installations en démantèlement et en fonctionnement, des incertitudes importantes sont associées aux capacités nécessaires, liées au défaut de prévision de production de déchets liquides de moyenne et de haute activité, et aux procédés utilisés pour le démantèlement (voies sèche ou humide). Historiquement, les effluents liquides de faible et moyenne activité étaient conditionnés dans une matrice bitumée. Cette matrice organique permet le conditionnement d'un large spectre physico-chimique et radiologique de déchets, mais se dégrade au cours du temps sous l'effet du rayonnement et génère de l'hydrogène. Les nouveaux procédés visent à conditionner les effluents dans une matrice minérale, par cimentation. Ils ne permettent pas, en raison de la difficulté à garantir la qualité de la matrice dans toutes les conditions, à ce stade de leur développement, le conditionnement d'un spectre aussi large de déchets.

Les difficultés majeures associées au démantèlement des installations support sont les suivantes :

- la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler qui nécessite la caractérisation préalable des déchets anciens et des analyses de prélèvement de boues ou dépôts dans les cuves des STE. Cette caractérisation nécessite, d'une part, le développement de méthodes et la mise en œuvre d'équipements spécifiques pour réaliser les prélèvements et, d'autre part, la disponibilité de laboratoires d'analyse ;
- la difficulté d'accès aux déchets pour permettre leur reprise qui n'était pas prise en compte à la conception (tranchées, fosses bétonnées, exigüité des locaux...), nécessitant la construction coûteuse d'infrastructures conformes aux pratiques de sûreté actuelles et conduisant à des durées de reprise longues et à des aléas ;
- la prise en compte de la dégradation des barrières de confinement, par exemple la corrosion de fûts de déchets ou de pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation.

3 — Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

3.1 — L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le régime des INB s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des

risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523](#) de l'ASN du 29 septembre 2015). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants en matière d'inspections et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Les enjeux associés à ces installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets importants hors du site diminuent avec l'avancement

du projet de démantèlement car la quantité de substances radioactives décroît. Les exigences associées aux dispositifs permettant de maîtriser les risques associées aux opérations de démantèlement ont donc tendance à décroître avec l'avancement des projets de démantèlement. L'ASN considère qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement aussi importants sur une installation en démantèlement que sur une installation en fonctionnement, à condition que le démantèlement soit effectivement effectué et qu'il conduise à une réduction des sources de danger dans des délais courts.

3.2 — Le retour d'expérience de Fukushima

Afin de prendre en compte le retour d'expérience de l'accident nucléaire survenu à la centrale nucléaire de Fukushima, au Japon, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de procéder à des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS), y compris pour les installations en démantèlement.

La démarche des ECS a été cadencée en trois lots en fonction des enjeux de sûreté des installations. Les installations en démantèlement sont essentiellement dans les lots 2 et 3.

Pour les installations du lot 2, les évaluations post-Fukushima ont conduit l'ASN à demander l'évacuation de substances radioactives ou des renforcements des moyens de gestion de crise sur des centres qui présentent souvent aussi des installations en fonctionnement (voir introduction du rapport et chapitres 11 et 12).

Pour les installations civiles en démantèlement, les principaux enjeux concernent les installations du site de La Hague. L'exploitant a mis en place des dispositions opérationnelles pour l'extinction d'un incendie dans le silo 130 à la suite d'un séisme «noyau dur»⁽¹⁾. Le silo 115 doit également faire l'objet d'une sécurisation incendie, l'ASN a demandé à l'exploitant d'étudier des dispositions permettant d'accélérer la mise en œuvre de ce programme.

La prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima pour les installations présentant des risques plus limités sera évaluée par l'ASN à l'occasion des prochains réexamens périodiques. Enfin, les installations dont le démantèlement est très avancé et le déclassement proche ne justifient pas de procéder à des ECS.

3.3 — Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

L'exploitant d'une installation nucléaire de base, même définitivement arrêtée et en démantèlement, procède périodiquement au réexamen de son installation. Ce réexamen permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

Pour les installations dont l'arrêt définitif est annoncé, le réexamen est l'occasion de préparer le démantèlement, en précisant le plan de démantèlement qui doit être régulièrement mis à jour durant la vie de l'installation. Le réexamen vise alors à s'assurer de l'acceptabilité sur la sûreté des évolutions de l'installation dues aux travaux de démantèlement, des quantités et de la nature des radionucléides et des autres substances dangereuses présents dans l'installation ainsi que

son vieillissement. L'appréciation du vieillissement est faite au regard du délai de fin de démantèlement envisagée, et doit prendre en compte des marges liées aux aléas des projets de démantèlement. Pour une installation où les délais d'évacuation des substances radioactives et de démantèlement sont maîtrisés, il peut être acceptable de ne pas appliquer les mêmes exigences que sur les installations récentes en fonctionnement.

L'examen de conformité vise notamment à s'assurer que les évolutions de l'installation dues aux travaux de démantèlement ou à son vieillissement ne remettent pas en cause sa conformité aux dispositions prévues dans les textes réglementaires et son référentiel technique.

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen demande une instruction spécifique de l'ASN. L'ASN met en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

En 2018, l'ASN a poursuivi l'instruction des rapports de réexamen d'une trentaine d'installations en démantèlement. Cet examen, mené en 2018 sur les rapports reçus en 2017, n'a pas mis en évidence de défaillance documentaire majeure mais a néanmoins conduit l'ASN, pour la majorité des dossiers reçus, à demander des compléments ou des justifications techniques supplémentaires pour poursuivre leur instruction.

3.4 — Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au chapitre 14.

Le 8 juin 2017, l'ASN a publié l'[avis CODEP-CLG-2017-022588](#) relatif à l'instruction des rapports triennaux remis en 2016 par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2015.

Concernant la méthodologie d'évaluation, l'ASN avait constaté un niveau de détails inégal des rapports remis. En particulier, le rapport triennal d'EDF ne présentait pas les informations suffisantes pour que l'ASN prenne position. Ainsi, EDF ne présente pas l'évaluation de ses charges réacteur par réacteur, alors que certaines situations montrent des spécificités (prise en compte de l'historique d'exploitation, de l'assainissement des structures et des sols...). Les éléments apportés ne permettent pas non plus d'apprécier les gains envisagés par le retour d'expérience acquis dans le démantèlement de réacteurs technologiquement similaires.

L'ASN avait également relevé que certains scénarios de démantèlement reposaient sur la disponibilité, au moment requis, d'installations de traitement de déchets radioactifs et de combustibles usés et a rappelé la nécessité d'évaluer l'impact de l'indisponibilité de ces installations à la date envisagée. L'ASN recommandait que les exploitants prennent en compte explicitement et précisent, pour ces installations à créer, les hypothèses relatives à leur construction, à leur fonctionnement et à leur démantèlement. Concernant l'assainissement des structures de génie civil et des sols, l'ASN notait que peu d'exploitants prenaient suffisamment en compte le coût de l'assainissement des sols dans leur évaluation.

1. Séisme pris en compte pour les équipements constituant le «noyau dur» des installations. Le terme de «noyau dur» a été défini après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima afin d'identifier des équipements ultimes permettant la maîtrise des fonctions vitales de sûreté en cas de situation extrême (séisme, vents, tornade, inondations extrêmes...).

Enfin, l'ASN relevait que la prise en compte des modifications des installations, issues notamment des études complémentaires de sûreté ou des travaux de poursuite d'exploitation (réexamens périodiques et « grand carénage » d'EDF), n'était généralement pas explicite.

Les exploitants actualisent annuellement ces évaluations. Comme en 2017, l'ASN a relevé en 2018 le manque de détail

des informations fournies par EDF et la nécessité d'évaluer l'impact de l'indisponibilité d'installations requises pour le démantèlement à la date envisagée. L'ASN a noté également que les démarches d'assainissement des structures et de gestion des sols pollués présentées ont peu évolué depuis les rapports triennaux remis en 2016. Enfin, l'ASN estime que les exploitants doivent compléter l'évaluation des charges en prenant en compte les opérations de préparation au démantèlement.

4 — Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement

4.1 — Les stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une connaissance de l'installation et de son historique d'exploitation partiellement perdue, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées. Or l'ASN a constaté que la plupart des projets de démantèlement prenaient des retards importants. L'ASN demande donc au CEA, EDF et Orano de présenter périodiquement leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision intégrée des projets de démantèlement, et des exutoires disponibles ou à créer pour l'évacuation des déchets produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent notamment justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de contrôler que, même si certains projets connaissent des retards conséquents, les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence avec le cadre réglementaire et les orientations du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). L'ASN examine tout particulièrement les parades en cas d'aléas sur une installation de gestion des déchets et la crédibilité des échéances annoncées par les exploitants. Elle s'assure que les exploitants anticipent les études de sûreté des colis et de faisabilité des procédés de conditionnement. L'ASN contrôle également la disponibilité des filières de déchets envisagées ainsi que des moyens support (emballages de transport, installations de traitement et d'entreposage...) qui conditionnent en pratique la pérennité de la stratégie de démantèlement.

L'ASN prendra position en 2019 sur les dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA et d'Orano ainsi que sur le dossier de justification du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG d'EDF. Le contexte et les premières conclusions des instructions menées sont détaillés ci-après.

4.1.1 — Évaluation de la stratégie de démantèlement d'EDF

La première stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF a été transmise en 2001 à la demande de l'ASN. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin notamment d'ajuster le calendrier de démantèlement, d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc des réacteurs en fonctionnement. Ces mises à jour ne remettaient en

cause ni les scénarios de démantèlement ni le cadencement des démantèlements.

Pour les réacteurs de première génération de type UNGG, EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie (passage à un démantèlement « en air » et non plus « sous eau » ; modification du premier réacteur démantelé Chinon A2 au lieu de Bugey 1), qui conduit à retarder leur démantèlement de plusieurs décennies. Cette stratégie repose maintenant sur l'exploitation d'un démonstrateur industriel pendant une dizaine d'années pour qualifier le procédé de démantèlement du caisson des réacteurs. Une fois la qualification acquise, EDF propose de réaliser le démantèlement complet du caisson d'un premier réacteur (Chinon A2) avant d'entamer le démantèlement des caissons des cinq autres réacteurs.

En juin 2016, l'ASN a auditionné EDF sur cette stratégie et a demandé que des dossiers de justification de ce changement de stratégie lui soient transmis. L'ASN a reçu ces compléments en mars 2017 et décembre 2017. Ces dossiers ont fait l'objet d'un dialogue technique important entre EDF et l'ASN. L'ASN a par ailleurs inspecté, en décembre 2017, l'organisation et la prise en compte de la sûreté et de la radioprotection dans les études et la stratégie de démantèlement. Cette inspection montre que le processus d'appel d'offres pour concevoir les études de démantèlement « sous eau » de Bugey a été rigoureux et prenait bien en compte la sûreté et la radioprotection. Les inspecteurs ont constaté que la décision de changement de stratégie semble avoir été prise pour des raisons de partage des risques industriels avec les éventuels prestataires, et des raisons financières.

L'ASN estime que l'attente du démantèlement complet d'un réacteur avant de commencer tous les autres, conduisant à reporter le démantèlement de ces réacteurs de plusieurs décennies, n'est pas acceptable et a demandé à EDF d'étudier des pistes de possible optimisation du calendrier de démantèlement des UNGG.

4.1.2 — Évaluation de la stratégie de démantèlement d'Orano

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener, à court, moyen et long termes, plusieurs projets de démantèlement de grande envergure (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte...). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations de démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD). Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations RCD

Les « grands engagements » du CEA au 31 décembre 2018

SITE	INB	ACTION	ÉCHÉANCE
Marcoule	71 (Phénix)	Transmettre le dossier de mise en service de NOAH pour le démantèlement de Phénix	2 ^e semestre 2021
	177 (Diadem)	Transmettre le dossier de mise en service	Attente d'une nouvelle proposition d'échéance (auparavant 1 ^{er} semestre 2019). Retard compte tenu de l'arrêt des travaux en 2018
Saclay	35 (Stella)	Reprise des effluents contenus dans la cuve MA500	Proposition d'une nouvelle échéance au 1 ^{er} semestre 2020 (auparavant 2 ^e semestre 2018) à la suite du retour d'expérience de la cadence de cimentation. En cours d'instruction par l'ASN
	56 (Parc d'entreposage)	Terminer la reprise des colis inox de la fosse 6	2 ^e semestre 2022
	72 (ZGDS)	Désentreposer les combustibles en piscine et en massifs	2 ^e semestre 2022
	72 (ZDGS)	Arrêter à terme la prise en charge de la production courante des déchets radioactifs de Saclay. Puis engager le processus d'assainissement et le démantèlement	2 ^e semestre 2022
Fontenay-aux-Roses	165-166 (Procédé-Support)	Évacuer de l'INB 166 les effluents organiques FA/MA/HA issus des activités de R&D de l'INB 165	1 ^{er} semestre 2019

conditionne, par ailleurs, la progression du démantèlement sur l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles. Les projets à réaliser pour exécuter ces chantiers RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'ASND, sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Le site du Tricastin inclut une INBS, d'où une démarche de contrôle conjointe d'Orano par l'ASN et l'ASND. L'ASN estime qu'Orano doit renforcer sa capacité à prioriser les opérations en fonction des enjeux des installations à démanteler. Les moyens humains et techniques d'Orano doivent être renforcés pour respecter les échéances de ces projets.

L'ASN et l'ASND ont mobilisé une expertise importante pour l'instruction de cette stratégie et prendront position en 2019 sur ce dossier.

4.1.3 — Évaluation de la stratégie de démantèlement du CEA

Une vingtaine d'INB ou installations individuelles d'INBS exploitées par le CEA sont aujourd'hui à l'arrêt définitif ou en démantèlement. Ce chiffre est en augmentation depuis quelques années, et cette tendance va se poursuivre dans la décennie à venir.

L'enjeu principal du CEA est d'assurer le démantèlement des installations définitivement arrêtées, de reprendre et conditionner les déchets anciens et de gérer ses déchets radioactifs et matières sans usage identifié.

L'ASN a souhaité que les sujets du CEA présentant les risques les plus importants fassent l'objet d'un suivi plus rigoureux,

au travers d'un outil de pilotage au plus haut niveau du CEA. Le CEA a proposé une liste de « grands engagements », qui portent aujourd'hui essentiellement sur des projets de démantèlement et de gestion des déchets. Ceci permet ainsi un suivi des actions prioritaires. Fin 2018, le CEA a présenté à l'ASN la mise à jour de ses « grands engagements » (voir tableau 1). Les échanges se poursuivent entre le CEA et l'ASN pour intégrer des engagements supplémentaires en 2019, tels que l'évacuation à moyen terme du terme source des installations [ÉOLE](#)-Minerve, [Osiris-ISIS](#), [Orphée](#) ou [Phébus](#), l'évacuation de déchets spécifiques...

Jusqu'à la fin des années 2000, le CEA avait pour stratégie de mener en parallèle l'ensemble des opérations de démantèlement des INB, dès leurs arrêts définitifs et dans des délais aussi courts que possible. En raison du nombre d'installations concernées et de l'ampleur des retards constatés, ces difficultés, par effet cumulatif, ont parfois conduit le CEA à maintenir entreposées *in situ* des quantités parfois importantes de substances radioactives.

Cette situation a conduit l'ASN, conjointement avec l'ASND, à demander au CEA, en juillet 2015, de procéder à un réexamen global de la stratégie de démantèlement de ses installations, de la priorisation des opérations, des moyens humains et de l'efficacité des organisations ainsi que de la pertinence des montants des ressources financières consacrées à ces opérations. Les autorités ont également demandé au CEA de présenter sa stratégie de gestion des matières et des déchets radioactifs.

Le CEA a transmis, en décembre 2016, les conclusions de son examen.

Le nombre et la complexité des opérations à réaliser dans l'ensemble des installations nucléaires exploitées par le CEA l'ont par ailleurs conduit à définir des priorités, fondées principalement sur des analyses de sûreté. Les opérations les plus prioritaires portent majoritairement sur des opérations de reprise et de conditionnement de déchets anciens entreposés dans l'INBS de Marcoule, contrôlée par l'ASND. Les opérations

les plus prioritaires pour les installations civiles portent sur les INB 72 située à Saclay et 56 située à Cadarache. Il s'agit de projets visant à réduire le « terme source mobilisable » (TSM) actuellement important. Le CEA s'est également engagé à intégrer aux opérations les plus prioritaires celles rendues nécessaires par les pollutions des sols.

Dans la plupart des cas, le CEA s'oriente ainsi, notamment du fait de ses moyens humains et financiers, vers un démantèlement « en deux temps » de chaque installation : dans un premier temps, l'évacuation du maximum du TSM, puis, dans un second temps, à l'issue d'une période d'interruption pouvant être longue, l'achèvement des opérations de démantèlement.

L'ASN et l'ASND ont mobilisé une expertise importante pour l'instruction de cette stratégie et prendront position en 2019 sur ce dossier.

4.2 — Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'EDF

La sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'EDF est globalement satisfaisante. Toutefois, l'ASN constate le dépassement des délais de réalisation des principales opérations de démantèlement pour l'ensemble des réacteurs UNGG et du réacteur de Brennilis.

À la suite d'événements relatifs aux contaminations internes d'intervenants sur les sites de Saint-Laurent-des-Eaux A en 2016 et Chooz A en 2017, EDF a mis en place un plan d'action qui vise à mieux maîtriser les risques liés à la présence des radioéléments émetteurs de rayonnements « alpha ». Ce risque constitue l'un des principaux enjeux du démantèlement, et devrait s'intensifier avec, notamment, les démantèlements des réacteurs UNGG et le démantèlement de la cuve de Chooz A.

L'ASN constate que le dialogue technique avec les équipes en charge des centrales en démantèlement et la gestion des déchets est parfois difficile. De façon générale, l'ASN considère que les dossiers d'EDF sont soit insuffisamment détaillés (par exemple, les rapports triennaux d'EDF sur les charges à long terme, les règles générales d'exploitation relatives à la gestion des déchets, certaines études remises dans le cadre du PNGMDR), soit incomplets (par exemple, certaines analyses environnementales sont manquantes dans les réexamens). De nombreux compléments sont alors demandés par l'ASN, ce qui retarde les prises de décision et peut *in fine* avoir un impact sur les délais des projets de démantèlement ou de gestion des déchets. L'ASN attend qu'EDF apporte des éléments techniques permettant une appréciation des risques et inconvénients dans ses dossiers dès leur transmission.

4.3 — Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement du CEA

Le principal enjeu de sûreté du CEA est d'assurer le démantèlement des installations définitivement arrêtées, de reprendre et conditionner les déchets anciens et de gérer ses déchets radioactifs et matières sans usage identifié. Dans le cadre de la définition de sa stratégie de démantèlement (voir point 4.1.3), le CEA a défini une nouvelle organisation pour gérer le démantèlement de ses installations, qui semble adaptée sur le principe. Des progrès concrets dans la gestion des projets de démantèlement et dans le respect des échéances doivent en découler.

Le CEA a réexaminé la sûreté de la plupart de ses installations et a déposé les rapports de réexamen associés fin 2017. Leur instruction est en cours : en raison de la durée significative des opérations de démantèlement, l'ASN pourra être amenée à demander des travaux prioritaires de renforcement visant à maintenir la sûreté de ces installations. Enfin, l'ASN sera particulièrement vigilante au maintien dans le temps de dispositions appropriées de surveillance, d'entretien et d'exploitation des installations.

4.4 — Évaluation de la sûreté nucléaire des installations en démantèlement d'Orano

Les installations d'Orano en démantèlement sont situées principalement sur les sites de La Hague et du Tricastin. Les inspections conduites par l'ASN en 2018 ont souligné la nécessité de renforcer la rigueur et la sûreté des chantiers, la surveillance des intervenants extérieurs et la gestion des déchets. L'exploitant doit améliorer la rigueur d'exploitation et le niveau de sûreté de certaines installations anciennes présentant des enjeux de sûreté jusqu'à l'évacuation définitive des substances radioactives qui y sont entreposées.

L'ASN constate, plus particulièrement à La Hague, des retards significatifs dans la mise en œuvre de différents projets de reprise de conditionnement des déchets anciens et de démantèlement, conduisant à des non-respects d'échéances réglementairement fixées. Certains retards sont liés à une priorité mise par Orano sur les usines en fonctionnement, des changements de scénarios et à la nécessité de reprise des études de conception. L'ASN demande à Orano de renforcer ses capacités de gestion de projet pour faire avancer avec succès les opérations de RCD de démantèlement.

Annexe

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2018

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
IDE Fontenay-aux-Roses (FAR)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton FAR	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ FAR	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve FAR	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977: retiré de la liste des INB	Démonté à FAR et remonté à Cadarache
EL2 Saclay	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 Saclay	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Mélusine Grenoble	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011: retiré de la liste des INB	Assaini
Siloé Grenoble	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Siloette Grenoble	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Peggy Cadarache	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976: retiré de la liste des INB	Démantelé
César Cadarache	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978: retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius Cadarache	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Le Bouchet	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Gueugnon	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED FAR	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED Cadarache	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie Cadarache	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009: retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment servitudes
ALS	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Saturne	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Attila ^(*) FAR	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCPu FAR	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
BAT 19 FAR	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984: retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 FAR	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCAC Grenoble	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997: retiré de la liste des INB	Démantelé

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
LAMA Grenoble	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017: retiré de la liste des INB	Assaini
STEDs FAR	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC Saclay	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999: retiré de la liste des INB	Assaini
LURE	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	De 1956 à 1987	2008	2015: retiré de la liste des INB	Assaini-SUP ^(*)
IRCA	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
FBFC Pierrelatte	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Magasin d'uranium Miramas	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
SNCS Osmanville	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002: retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Ulysse Saclay	18	Réacteur (100 kWth)	1967	2007	2014: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Rapsodie Cadarache	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983		Préparation au démantèlement
ATPu Cadarache	32	Usine de fabrication de combustibles	1962	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés (UP2) (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2013: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	36 et 79	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
STE de Cadarache	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016		Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement d'effluents	1964	2004	2013: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018	2018: mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Osiris	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015		Préparation au démantèlement
ÉOLE	42	Réacteur (1 kWth)	1965	2017		Préparation au démantèlement
Bugey 1	45	Réacteur (1 920 MWth)	1972	1994	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Saint-Laurent-des-Eaux A1	46	Réacteur (1 662 MWth)	1969	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Saint-Laurent-des-Eaux A2	46	Réacteur (1 801 MWth)	1971	1992	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ÉLAN IIB La Hague	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Laboratoire de haute activité (LHA) Saclay	49	Laboratoire	1960	1996	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUE Cadarache	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
MCMF	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017		Préparation au démantèlement
LPC Cadarache	54	Laboratoire	1966	2003	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
SICN Veurey-Voroize	65 et 90	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de déclasserment
Phénix Marcoule	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix Creys-Malville	91	Réacteur (3 000 MWth)	1985	1997	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017		Préparation au démantèlement
Eurodif	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012		Préparation au démantèlement
AMI Chinon	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015		Préparation au démantèlement
Minerve	95	Réacteur (100 Wth)	1977	2017		Préparation au démantèlement
Comurhex Tricastin	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009		Préparation au démantèlement
Chinon A1D (ex-Chinon A1)	133 (ex-INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982 : décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D (ex-Chinon A2)	153 (ex-INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991 : décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D (ex-Chinon A3)	161 (ex-INB 7)	Réacteur (1 360 MWth)	1966	1990	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
EL4-D (ex-EL4 Brennilis)	162 (ex-INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996: décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007: décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel. Préparation au démantèlement complet
Chooz AD (ex-Chooz A)	163 (ex-INB 1, 2, 3)	Réacteur (1040 MWth)	1967	1991	2007: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé FAR	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Support FAR	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

* Attila : pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.

** Restriction d'usage conventionnel au profit de l'État.

*** Servitude d'utilité publique.



Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

- 1 Les déchets radioactifs** _____ 354
 - 1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)**
 - 1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les INB
 - 1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique
 - 1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle
 - 1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs**
 - 1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base
 - 1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique
 - 1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs
 - 1.2.4 Le PNGMDR
 - 1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet**
 - 1.3.1 Les déchets de très faible activité
 - 1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte
 - 1.3.3 La gestion des déchets de faible activité à vie longue
 - 1.3.4 La gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL)
 - 1.4 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs**
- 2 La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires** _____ 365
 - 2.1 — Nature du contrôle et actions de l'ASN**
 - 2.1.1 Nature du contrôle et des actions de l'ASN, approche graduée
 - 2.1.2 Le contrôle du conditionnement des colis
 - 2.1.3 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets
 - 2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants
 - 2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires
 - 2.1.6 L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets
 - 2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs**
 - 2.2.1 Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs
 - 2.2.2 Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs
 - 2.3 Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN**
 - 2.4 Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN**
 - 2.5 Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN**
- 3 Évaluation de la sûreté nucléaire des installations exploitées par l'Andra** _____ 370
- 4 La gestion des résidus miniers et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium** _____ 370
- 5 La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives** _____ 371

Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de [gestion des déchets radioactifs](#) ainsi qu'en matière de [gestion des sites et sols pollués](#) par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs.

Selon l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par l'autorité administrative en application de l'[article L. 542-13-2](#) de ce même code. Ils proviennent d'activités nucléaires traitant des substances radioactives artificielles ou naturelles, à partir du moment où cette radioactivité justifie la mise en place de contrôles de radioprotection.

Un site pollué par des substances radioactives est un site, abandonné ou en exploitation, sur lequel des substances radioactives, naturelles ou artificielles, ont été ou sont mises en œuvre ou entreposées dans des conditions telles que le site peut présenter des risques pour la santé ou l'environnement. La pollution par des substances radioactives peut

résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche.

En 2018, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère de la Transition écologique et solidaire et l'ASN ont saisi la [Commission nationale du débat public](#) (CNDP) préalablement à la rédaction de la prochaine édition du [Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs](#) (PNGMDR). La CNDP a décidé de nommer une commission particulière afin qu'elle organise un débat public. La DGEC et l'ASN ont préparé ce débat public, en lien avec cette commission particulière.

En 2018, l'ASN a rendu son avis sur le dossier d'options de sûreté du projet de stockage en couche géologique profonde [Cigéo](#), déposé par l'Andra en 2016. Cet avis souligne que ces options de sûreté constituent des avancées significatives et précise les justifications complémentaires qui seront nécessaires pour une éventuelle demande d'autorisation de création.

Enfin, l'ASN a poursuivi en 2018 l'instruction, en lien avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), des dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du Commissariat de l'énergie atomique et des énergies alternatives (CEA) et d'Orano, reçus en 2016. L'ASN et l'ASND rendront leurs avis sur ces dossiers en 2019.

1 — Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les déchets radioactifs sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles...).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité, d'autre part, des

déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en moins de trente et un ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de trente et un ans).

Chaque type de déchets nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique.

1.1 — La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

La gestion des déchets radioactifs est définie à l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#). Celle-ci regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des installations nucléaires de base ou du

Classification des déchets radioactifs

Tableau 1

		Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement des radioéléments de période ≤ 31 ans	Déchets dits à vie longue contenant majoritairement des radioéléments de période > 31 ans
Centaines Bq/g	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	
Millions Bq/g	Faible activité (FA)		Stockage de surface (centre de stockage des déchets de l'Aube)	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
Milliards Bq/g	Moyenne activité (MA)			Stockage en couche géologique profonde (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
	Haute activité (HA)	Non applicable ⁽¹⁾		

(1) Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

nucléaire de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'ASND, et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), placées sous le contrôle des préfets.

1.1.1 – La gestion des déchets radioactifs dans les INB

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 19 centrales nucléaires de production d'électricité d'EDF ainsi que les usines dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire d'Orano et de Framatome. L'exploitation des centrales nucléaires génère du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission ou des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine de la production de déchets radioactifs.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche du CEA, laboratoires et réacteurs. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et sont proportionnés à leur dangerosité.

1.1.2 – La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique

• Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de

laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration, restes de repas servis (aliments non consommés, contenants et couverts) par des patients ayant reçu des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques... Les effluents liquides radioactifs proviennent également des préparations de sources, ainsi que des patients qui éliminent par les voies naturelles la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets du nucléaire de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

• La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine après la perte de mémoire d'un stockage. Cette double contrainte limite donc les types de sources acceptables dans les stockages, notamment s'ils sont de surface.

1.1.3 – La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au [tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique](#). Les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont ainsi dorénavant considérés comme des

déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installation :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la [circulaire du 25 juillet 2006](#)⁽¹⁾ relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;
- dans le [Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage](#) (Cires⁽²⁾) destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité.

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés en attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets FA-VL.

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des radionucléides d'origine naturelle :

- Villeparisis, en Île-de-France, autorisée jusqu'au 31 décembre 2020, pour une capacité annuelle de 250 000 tonnes tous déchets confondus ;
- Bellegarde, en Occitanie, autorisée jusqu'au 4 février 2029, pour une capacité annuelle de 250 000 tonnes tous déchets confondus jusqu'en 2018 et 105 000 tonnes au-delà ;
- Champteussé-sur-Baconne, en Pays de la Loire, autorisée jusqu'en 2049, pour une capacité annuelle de 55 000 tonnes tous déchets confondus ;
- Argences, en Normandie, autorisée jusqu'en 2023, pour une capacité annuelle de 30 000 tonnes tous déchets confondus.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434](#) du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

1.2 — Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au [chapitre I^{er} du titre IV du livre V du code de l'environnement](#) et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la [loi n° 91-1381](#) du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la [loi de programme n° 2006-739](#) du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au [chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement](#).

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la

gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration du PNGMDR, qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'Andra. Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger.

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la [directive 2011/70/Euratom](#) du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de déchets radioactifs et de combustible usé.

La [loi n° 2016-1015](#) du 25 juillet 2016 précise les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activités à vie longue.

1.2.1 — Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB, dont le [titre VI est relatif à la gestion des déchets](#).

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservatoire, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation impose également aux exploitants la réalisation d'études sur la gestion des déchets, faisant état des objectifs de l'exploitant pour limiter le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits dans ses installations et pour réduire, par la valorisation et le traitement de ces déchets ainsi produits, le stockage définitif réservé aux déchets ultimes. Cette étude prend en compte l'ensemble des filières de gestion des déchets de l'installation jusqu'à l'élimination de ceux-ci.

1. Circulaire du 25/07/06 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.

2. Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.

La [décision n° 2015-DC-0508](#) de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :

- le contenu de l'étude sur la gestion des déchets, qui doit être remise lors de la mise en service d'une INB et tenue à jour tout au long de son exploitation ;
- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;
- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

Le [guide n° 23](#) de l'ASN présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

1.2.2 _ Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique

L'article R. 1333-16³⁾ du code de la santé publique prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas notamment des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La [décision n° 2008-DC-0095](#) de l'ASN du 29 janvier 2008 fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision ([guide n° 18](#)) a été publié par l'ASN en janvier 2012. L'ASN fera évoluer ce guide pour le mettre en cohérence avec la nouvelle réglementation.

• La gestion des sources scellées usagées

À la suite du [PNGMDR 2013-2015](#), le CEA a remis à l'État à la fin 2014 un rapport de synthèse de ses travaux portant sur :

- la poursuite de l'examen des conditions d'acceptabilité par l'Andra des sources scellées en stockage ;
- un lotissement consolidé des sources scellées usagées afin de déterminer une filière de référence pour chaque lot ;
- l'évaluation par l'Andra des conditions permettant la prise en charge des sources scellées usagées en faisant évoluer, si nécessaire, les spécifications d'acceptation sans remettre en cause la sûreté des centres de stockage existants ;
- une étude des besoins en installations de traitement et de conditionnement pour permettre leur prise en charge dans les centres de stockage existants ou à construire ;
- une étude des besoins en installations d'entreposage intermédiaires ;
- la planification optimisée, d'un point de vue technique et économique, de la prise en charge et de l'élimination des sources scellées usagées au regard des disponibilités des installations de traitement, d'entreposage, de stockage et des contraintes de transport.

Par ailleurs, le [décret n° 2015-231](#) du 27 février 2015 permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier ressort, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont par ailleurs plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs

avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. L'ASN note toutefois les difficultés rencontrées par certains détenteurs à faire reprendre leurs sources scellées usagées. Le ministère chargé de l'environnement et l'ASN prévoient des échanges, dans le cadre du PNGMDR, avec les détenteurs de sources scellées usagées, les fournisseurs et l'Andra pour résorber ces difficultés.

• La gestion des déchets des activités du nucléaire de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs hors électronucléaire. L'ASN considère que la démarche engagée par l'Andra est de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 du code de l'environnement et que celle-ci doit être poursuivie.

Néanmoins, les déchets tritiés solides devront être gérés avec les déchets d'[ITER](#) dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade projet Intermed). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. Dans son [avis du 24 novembre 2016](#), l'ASN a demandé au CEA de prendre en compte le décalage de l'échéance prévisionnelle de la mise en service d'Intermed dans les études, menées dans le cadre du PNGMDR, relatives à la comparaison des solutions de gestion des déchets tritiés et de définir, avant le 31 décembre 2017, une stratégie révisée de l'entreposage des déchets tritiés provenant d'autres installations qu'ITER. L'[article 61 de l'arrêté PNGMDR](#) du 23 février 2017 demande par ailleurs à l'Andra de proposer une stratégie de gestion de ces déchets, dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées. Cette stratégie est actuellement en cours d'examen par l'ASN.

1.2.3 _ L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les trois ans et de publier l'[inventaire national des matières et déchets radioactifs](#).

La dernière mise à jour a été publiée en 2018. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2016, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif, plus développé que pour l'édition 2015, a également été réalisé, selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France à long terme :

- le scénario SR1 prend pour hypothèse la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire, avec une durée de fonctionnement des réacteurs actuels comprise entre 50 et 60 ans, et un renouvellement progressif des réacteurs actuels par des réacteurs EPR, puis à neutrons rapides ;
- le scénario SR2 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais pour une durée de fonctionnement des réacteurs actuels uniforme de 50 ans ;
- le scénario SR3 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais avec un renouvellement du parc uniquement par des EPR, ce qui implique un retraitement des combustibles UNE⁴⁾ usés

3. Ancien article R. 1333-12, modifié par le décret n° 2018-434 du 4 juin 2018.

4. Uranium naturel enrichi.

uniquement et l'absence de retraitement des combustibles MOX⁽⁵⁾ et URE⁽⁶⁾ usés;

- le scénario SNR prend pour hypothèse le non-renouvellement du parc à une échéance de 40 ans de fonctionnement (60 ans pour l'EPR), avec un arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés UNE afin de ne pas produire de plutonium séparé et un arrêt du retraitement des combustibles MOX et URE usés.

Cet inventaire constitue une donnée d'entrée pour établir le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

1.2.4 _ Le PNGMDR

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Le PNGMDR est préparé par la DGEC du ministère chargé de l'énergie et par l'ASN, sur la base des travaux menés au sein d'un groupe de travail pluraliste comprenant notamment des producteurs de déchets radioactifs, des exploitants d'installations de gestion de ces déchets, des autorités d'évaluation et de contrôle et des associations de protection de l'environnement.

Concrètement, le PNGMDR est un document, de plus de 200 pages pour l'[édition 2016-2018](#), qui dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que la filière soit opérationnelle ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs. L'ASN

5. Le [combustible MOX](#) est un combustible nucléaire à base d'oxyde mixte d'[uranium](#) et de [plutonium](#).
6. [Uranium](#) de retraitement enrichi.

Le rôle de l'ASN dans la gestion des déchets

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes. L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages sur les installations, ainsi que les risques associés. L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du PNGMDR mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des déchets des exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté,

et y a contribué par [sept avis rendus en 2016](#), dont les principales orientations ont été intégrées. Le [décret n° 2017-231](#) et l'[arrêté du 23 février 2017](#) fixent respectivement les prescriptions du code de l'environnement et les études à mener au cours des prochaines années. Ces études sont au nombre de 83, chacune avec un pilote et une échéance de réalisation.

Le PNGMDR est accompagné d'une synthèse présentant, de manière concise et pédagogique, un état des lieux de la gestion des matières et déchets radioactifs, ainsi que les principales recommandations du plan. Une version en anglais du PNGMDR et de sa synthèse est également publiée.

L'avancée des travaux du PNGMDR 2016-2018 a fait l'objet d'un suivi par l'ASN en 2017 et 2018, au sein notamment du groupe de travail du PNGMDR.

En application de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, le PNGMDR 2016-2018 a fait l'objet d'une évaluation environnementale et d'un avis de l'Autorité environnementale, suivis d'une [consultation du public](#) sur le site du ministère chargé de l'énergie. Les recommandations de l'Autorité environnementale et les contributions recueillies pendant la consultation du public ont été prises en compte pour la rédaction du plan et l'élaboration des prescriptions réglementaires.

De plus, conformément à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, le plan a été transmis au Parlement, qui a saisi l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) pour évaluation, avant d'être rendu public.

(Voir page 20 de ce rapport).

1.3 _ La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

1.3.1 _ Les déchets de très faible activité

Les déchets dits de très faible activité (TFA) proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terres, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 Bq/g, cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions. Le PNGMDR est ainsi élaboré au sein d'un [groupe de travail pluraliste](#) coprésidé par l'ASN et la DGEC, tel que décrit au chapitre 2. Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le PNGMDR, sa synthèse, les comptes rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées par le plan, ainsi que les avis associés qu'elle a rendus.



Inspection de l'ASN au CSA – décembre 2018

Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage [Cires](#) comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est également opérationnelle depuis août 2003.

À la fin de l'année 2018, 376 153 m³ de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 57,9% de sa capacité réglementaire autorisée (650 000 m³). Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m³. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte entre 2025 et 2030.

L'ASN estime que l'Andra et les producteurs de déchets doivent poursuivre leurs efforts pour réduire la quantité des déchets TFA, en particulier par l'optimisation de leur production et leur densification. L'ASN estime également qu'une consolidation des prévisions de production de ces déchets constitue une étape indispensable pour éclairer les futurs choix d'optimisation globale de la filière. Du fait de la saturation des capacités de stockage autorisées prévues à l'horizon 2025-2030, l'ASN considère que l'Andra doit étudier la possibilité et les conditions d'augmentation de la capacité volumique du Cires pour une même emprise au sol et, sous réserve que ces conditions soient favorables, déposer dans les meilleurs délais la demande d'autorisation de modification correspondante.

L'ASN juge qu'une deuxième installation de stockage des déchets TFA sera à terme nécessaire pour assurer le maintien de la disponibilité de capacités de stockage pour ces déchets. L'ASN estime, en outre, nécessaire que les producteurs de déchets TFA s'engagent dans une démarche permettant d'examiner de façon approfondie la faisabilité de créer sur leurs sites des installations de stockage adaptées à certaines typologies de déchets TFA.

L'ASN considère par ailleurs que la gestion de ces déchets doit rester fondée, en France, sur le lieu d'origine des déchets (zones dans lesquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être) et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques, depuis la production jusqu'au stockage.

L'ASN considère également qu'il convient d'étudier de manière exhaustive les possibilités de valorisation des matériaux de très faible activité au sein de la filière nucléaire avant d'envisager le recours à d'autres débouchés. Ces positions sont formalisées dans [l'avis n° 2016-AV-0258](#) de l'ASN du 18 février 2016.

1.3.2 _ Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte (FMA-VC) (dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période est inférieure à 31 ans) proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement du fait d'activités de maintenance (vêtements, outils, filtres...). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations font l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée conventionnellement à trois cents ans. Les rapports de sûreté des installations, mis à jour périodiquement y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à l'issue de celle-ci l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel, tel que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le [centre de stockage de la Manche](#) (CSM – INB 66), mis en service en 1969 et fermé depuis 1994, et le [centre de stockage de l'Aube](#) (CSA – INB 149) en exploitation (voir pages 52 et 65).

La quantité de déchets FMA-VC produite à la fin 2018 était de 917 000 m³ et, selon l'inventaire national établi par l'Andra, représentera un volume maximal de 2 000 000 m³, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, cela étant dû à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

1.3.3 — La gestion des déchets de faible activité à vie longue

Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) comprenaient initialement deux catégories principales : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains effluents bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées. Certains déchets, qui seront produits par l'usine Orano Cycle de Malvési à partir du 1^{er} janvier 2019, sont également inclus dans cette catégorie de déchets.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL et d'autre part, des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008 une [note d'orientations générales](#) de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL.

Le [PNGMDR 2010-2012](#) a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation puis remblais ;
- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

Le [PNGMDR 2013-2015](#) a demandé aux différents acteurs impliqués de réaliser des études (caractérisation et possibilité de traitement des déchets, investigations géologiques sur un site identifié par l'Andra, études de conception et analyse préliminaire de sûreté) afin que l'État soit en mesure de préciser en 2016 les orientations relatives à la gestion des déchets de type FA-VL. Ainsi, les détenteurs de déchets de type FA-VL ont progressé dans la caractérisation de leurs déchets et dans les possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué notablement à la baisse.

Dans le cadre du PNGMDR, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :

- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

L'ASN a rendu un [avis n° 2016-AV-264](#) sur le rapport d'étape de l'Andra relatif au projet de stockage de déchets FA-VL le 29 mars 2016. L'Andra devra approfondir notamment les hypothèses de conception du stockage FA-VL, l'évaluation de la sûreté du stockage pendant son exploitation et après sa fermeture, la qualité et les performances de la formation géologique retenue et la consolidation de l'inventaire des déchets susceptibles d'être stockés sur le site étudié. En parallèle, l'ASN a engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008. Un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'IRSN, l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a ainsi été mis en place à l'automne 2018.

Enfin, conformément à l'[article 7 du décret du 27 décembre 2013](#), Orano Cycle a remis une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési, entreposés dans l'INB 175 Écrin. Différents concepts de stockage envisagés sont présentés. Cette étude sera examinée par l'ASN en 2019.

1.3.4 — La gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue, l'entreposage et le stockage réversible en couche géologique profonde.

• La séparation/transmutation

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets est susceptible d'avoir un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

L'ASN a rendu un [avis n° 2016-AV-0259](#) le 25 février 2016 sur la base du rapport d'étape relatif aux perspectives industrielles des filières de séparation/transmutation, remis par le CEA en 2015 dans le cadre du PNGMDR. Elle considère que les gains espérés de la transmutation des actinides mineurs en termes de sûreté, de radioprotection et de gestion des déchets n'apparaissent pas déterminants, au vu notamment des contraintes induites sur les installations du cycle du combustible, les réacteurs et les transports, qui devraient mettre en œuvre des matières fortement radioactives à toutes les étapes du cycle du combustible. L'ASN considère également que ces gains ne supprimeraient pas le besoin d'un stockage profond, et ne pourraient apporter une réduction tangible de l'emprise d'un futur stockage que dans l'hypothèse d'une exploitation au moins séculaire d'un parc de réacteurs à neutrons rapides suffisamment important pour assurer la cohérence d'ensemble du cycle.

• L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets de haute activité à vie longue, qui constituait un des axes de recherches prévu par la [loi du 30 décembre 1991](#), n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'horizon 2030.

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi

prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

• Les avancées de l'entreposage

L'Andra avait remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano Cycle dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située dans l'[INB 116](#). Cette extension est composée de deux fosses : 30 et 40, mises en service respectivement en 2015 et 2017.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de Cigéo et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Dans son avis du 25 février 2016 précité, l'ASN identifie plusieurs pistes pour renforcer la robustesse de la stratégie française d'entreposage des déchets HA et MA-VL, en complémentarité avec leur stockage.

• Les perspectives dans le cadre du PNGMDR

Les études demandées par le [PNGMDR 2016-2018](#) portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'article D. 542-79 du code de l'environnement, introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les vingt années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini, conformément à l'article 53 de l'arrêté du 23 février 2017, les besoins en entreposages futurs

pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, portant au minimum sur les vingt prochaines années. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposages à des décalages dans le calendrier de Cigéo. L'ensemble de ces études a été remis à l'ASN et fait actuellement l'objet d'une instruction.

L'[article 52 de l'arrêté du 23 février 2017](#) prescrit à l'Andra de justifier les éléments ayant conduit l'Andra à rejeter l'option de conception d'installations d'entreposage à faible profondeur. En réponse à cette prescription, l'Andra a remis en 2018 une étude comparative des différents types d'entreposage qu'elle a étudiés. L'ASN prendra position en 2019 sur les analyses de l'Andra.

Sur la base de l'avis de l'ASN, le PNGMDR 2016-2018 identifie plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception, architecture simple et modulaire, privilégiant les systèmes passifs, définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, accidentelle et accidentelle, définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire...). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo. Cela concerne particulièrement les installations d'entreposage des déchets MA-VL produits avant 2015, qui auront été conditionnés avant 2030, conformément à l'échéance prescrite par l'[article L. 542-1-3 du code de l'environnement](#).

• Le stockage réversible en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui prévoit qu'*« après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde »*.

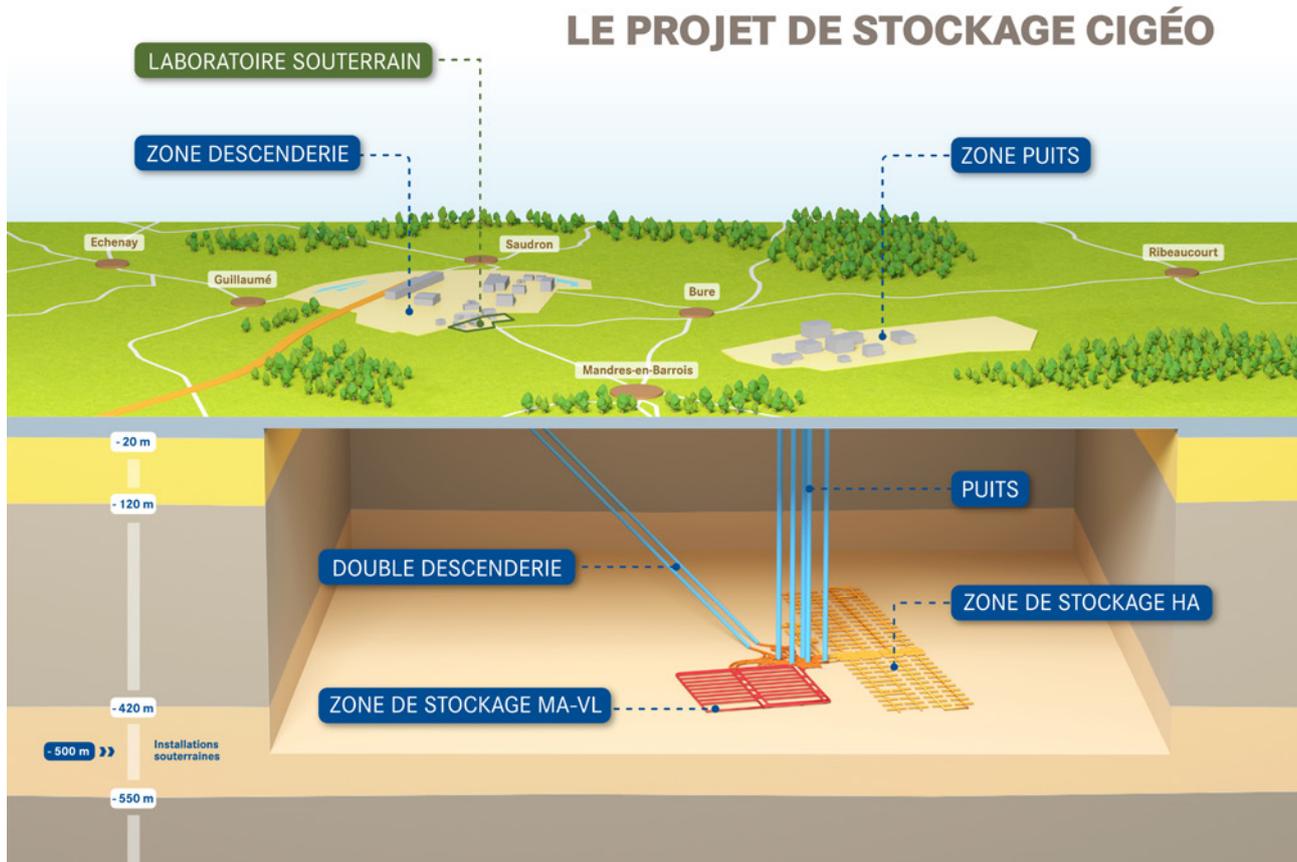
La loi du 28 juin 2006 confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB, à laquelle s'appliquera la réglementation propre à ce type d'installation et sera soumis, à ce titre, au contrôle de l'ASN.

• Le principe de ce stockage

Le stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité. Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes attendus (érosion, changements climatiques, séismes...) ou par des activités humaines.

L'ASN avait publié en 1991 la [règle fondamentale de sûreté \(RFS\) III-2-f](#) définissant des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stockage. En 2008, elle en a publié une mise à jour, sous la forme d'un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde – [guide n° 1](#).

Schéma de l'installation Cigéo comprenant les installations de surface et souterraine



Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016.

Cette loi définit la réversibilité comme « la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage ».

Dans son [avis n° 2016-AV-0267](#) du 31 mai 2016 relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

Le [décret du 23 février 2017](#) relatif aux prescriptions du PNGMDR précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier aux articles D. 542-88 à D. 542-96 du code de l'environnement. L'article D. 542-90 dispose notamment que « l'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de

réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. Il est également conçu par l'Andra, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable ».

- **Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne**

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel laboratoire souterrain sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

- **Les instructions techniques**

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et à la fin 2009 par l'Andra. Elle a émis des [avis sur ces rapports les 1^{er} février 2006 et 26 juillet 2011](#). L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en 2013, sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012 ;
- en 2014, sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le dossier d'options de sûreté de l'installation ;
- en 2015, sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet ;
- en 2016, sur le plan de développement des composants ;
- en 2018, sur le dossier d'options de sûreté de Cigéo (voir encadré ci-après).

• Le processus d'autorisation

L'instruction de l'autorisation de création d'une installation de stockage en couche géologique profonde ne débutera qu'à la demande formelle de l'Andra et sera notamment encadrée par le chapitre II du décret du 2 novembre 2007 relatif aux INB et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à une installation de stockage en couche géologique profonde. L'Andra indique souhaiter déposer cette demande d'autorisation de création début 2020.

À la suite du [débat public de 2013](#), l'Andra a décidé la mise en place d'une phase industrielle pilote avant le fonctionnement à cadence industrielle de l'installation. Le conseil d'administration de l'Andra avait également décidé de remettre à l'ASN un dossier d'options de sûreté (DOS) sur le projet d'installation Cigéo avant de demander l'autorisation de création de l'installation.

En cohérence avec la mise en place d'un développement par étapes, tel que prévu par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde, l'ASN a accueilli favorablement cette décision et a fait part à l'Andra de ses attentes sur le contenu de ce dossier par courrier du 19 décembre 2014.

• L'instruction du dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un dossier d'options de sûreté (DOS) marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement⁷⁾. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une [consultation du public](#), qui a eu lieu du 1^{er} août au 15 septembre 2017. Après analyse des contributions reçues, l'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#). Par lettre, l'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance...). Les demandes de cette lettre tiennent compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (voir encadré). Parmi ces sujets, l'ASN a formulé une réserve concernant le stockage des déchets bitumés dans Cigéo. Elle estime que « la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis de déchets bitumés doit être privilégiée. En parallèle, des études visant à modifier la

conception pour exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques doivent être conduites. En tout état de cause, la caractérisation dans les meilleurs délais de ces colis de déchets bitumés par leurs producteurs est un préalable indispensable ».

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demande plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant partie des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise est en cours, et ses conclusions sont attendues à la mi-2019. L'ASN veillera à ce que l'Andra puisse prendre en compte ces éléments dans sa demande d'autorisation de création (DAC).

• Du DOS vers la demande d'autorisation de création

À ce jour, l'Andra poursuit la conception du projet Cigéo et prépare les demandes d'autorisation requises. L'Andra prévoit de déposer une demande de déclaration d'utilité publique (DUP) et une demande de DAC. L'ASN et l'IRSN font des points d'avancement réguliers avec l'Andra pour s'assurer de la bonne prise en compte des sujets à enjeux identifiés lors de l'instruction des précédents dossiers. L'Andra devra aussi intégrer les résultats de la revue sur les déchets bitumés dans son dossier de demande d'autorisation de création, notamment en ce qui concerne l'architecture des alvéoles MA-VL.

En septembre 2018, une [plateforme de ressources](#) Internet dédiée au projet de stockage géologique profond⁸⁾ a été mise en ligne sous pilotage du Gouvernement et avec la participation de l'ASN. Cette plate-forme a pour objet, notamment, de rassembler des ressources documentaires produites par des entités publiques, des comités et autorités, des ONG, des associations et des citoyens. Ces documents permettent d'illustrer les enjeux techniques et sociétaux liés au projet Cigéo.

Dans le cadre du débat public relatif au prochain PNGMDR, le dispositif de gouvernance⁹⁾ de Cigéo a été identifié comme sujet à approfondir, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la réversibilité et les objectifs de la phase industrielle pilote.

• Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après [avis de l'ASN en février 2015](#) et observations des producteurs de déchets radioactifs, [arrêté le 15 janvier 2016](#) le coût de référence du projet de stockage Cigéo « à 25 milliards d'€ aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts ». Cet arrêté précise également que le coût doit être mis à jour régulièrement et au moins aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la « phase industrielle pilote », réexamens de sûreté).

7. L'article 6 du décret du 2 novembre 2007 prévoit que « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création prévue par l'article 29 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la sûreté de cette installation. L'ASN, par avis rendu et publié dans les conditions qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés au I de l'article 28 de la loi du 13 juin 2006, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. Elle peut définir les études et justifications complémentaires qui seront nécessaires pour une éventuelle demande d'autorisation de création. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué aux ministres chargés de la sûreté nucléaire. »

8. www.cigeo.gouv.fr.

9. Elle sera formalisée au moment du dépôt de la demande d'autorisation de création de Cigéo.

L'avis de l'ASN sur le DOS de Cigéo

Observations générales

L'ASN estime que :

- le projet a atteint globalement une maturité technologique satisfaisante au stade du DOS :
 - une connaissance détaillée du site de Meuse/Haute-Marne a été acquise, confirmant la pertinence de la zone retenue ;
 - un ensemble important de connaissances a été constitué concernant les différents composants du stockage ;
 - les perturbations pouvant affecter la roche hôte et celles qui se produiront pendant les transitoires (thermique, hydraulique, mécanique...) qui résulteront de l'implantation du stockage ont été correctement identifiées. Les résultats présentés tendent à indiquer que leur extension devrait être limitée par rapport à l'épaisseur de la roche hôte ;
 - les principes retenus dans la démarche de sûreté sont cohérents avec le guide de sûreté de l'ASN de 2008 et les recommandations formulées par les instances internationales ;
- il est documenté et étayé et constitue une avancée significative par rapport aux dossiers de 2005 et de 2009.

Options de sûreté à compléter

Des compléments sont attendus pour la demande d'autorisation de création de l'installation sur :

- l'inventaire des déchets radioactifs ;
- les colis de déchets bitumés et la maîtrise des risques liés à l'incendie ;
- certains sujets pouvant conduire à des évolutions de conception :
 - justification de l'architecture du stockage ;
 - dimensionnement de l'installation pour faire face aux agressions ;
 - surveillance de l'installation ;
 - situations post-accidentelles.

Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans [Agate](#) (INB 171), dans ce même objectif de réduction volumique.

• Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'agrément de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis CSD-C et les produits de fission en colis CSD-V, et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier [Stella](#) de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, ce qui sera le cas des colis FMA-VC dans l'installation [Iceda](#), ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

• Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir ci-contre) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'[Écrin](#), mise en service en 2018, et [Cedra](#). Ce sera également le cas d'[Iceda](#) et de [Diadem](#), une fois ces installations mises en service. Les colis CSD-C et CSD-V sont quant à eux entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde.

• Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement permettant d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation [Chicade](#) (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

1.4 — Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

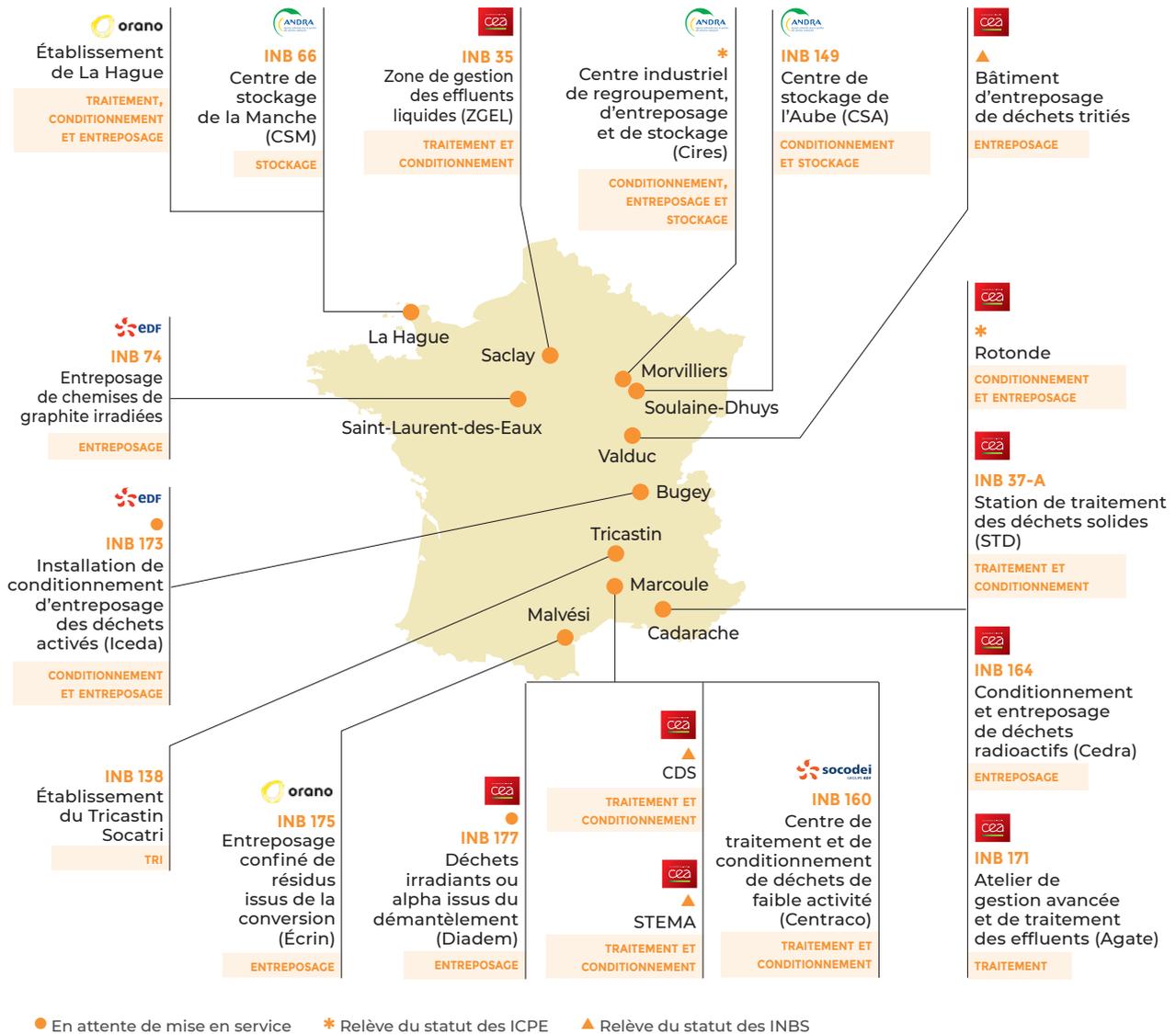
• Traitement

Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet, d'une part, de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et, d'autre part, de réduire significativement le volume des déchets.

Les [usines de La Hague](#), destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

L'installation de fusion et d'incinération de la Socodei, dénommée « [Centraco](#) », permet quant à elle une réduction significative du volume des déchets TFA et FMA-VC qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles, et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

Principales installations supports à la gestion des déchets radioactifs



2 — La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

2.1 — Nature du contrôle et actions de l'ASN

2.1.1 — Nature du contrôle et des actions de l'ASN, approche graduée

Le contrôle mené par l'ASN vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant), et d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets)). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux étapes de gestion des déchets et aux enjeux de sûreté des installations dédiées. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont notamment classées dans l'une des trois catégories, numérotées de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et

inconvenients qu'elles présentent. Cette catégorisation permet en partie de définir le programme d'inspection et de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers des exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation de l'ASN sur leur sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

2.1.2 — Le contrôle du conditionnement des colis

• La réglementation

L'[arrêté du 7 février 2012](#) définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La décision de [l'ASN n° 2017-DC-0587 du 23 mars 2017](#) précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

• **La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes**

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'agrément sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre un agrément formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux agréments délivrés par l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

• **Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude**

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'agrément pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non réhibitoire des colis, sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et conditionnement des déchets.

• **Le contrôle**

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle le fait que l'exploitant décline correctement les exigences de l'agrément et maîtrise les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet, l'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des agréments et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

2.1.3 — L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets

L'ASN rend des avis sur les études remises dans le cadre du PNGMDR. L'ASN adresse également au Gouvernement ses recommandations sur les installations de gestion de déchets radioactifs.

2.1.4 — L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des décisions à caractère réglementaire. Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. Cette dernière, à titre d'exemple, en date du 23 mars 2017, traite du conditionnement des déchets radioactifs

et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage. Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1^{er} juillet 2018.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB. Ces prescriptions font l'objet de décisions de l'ASN qui sont soumises à la consultation du public et publiées sur son site Internet.

L'ASN précise, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets : le [guide n° 18 relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire](#) autorisée au titre du code de la santé publique et le [guide n° 23 relatif au plan de zonage déchets des INB](#) (voir points 1.2.1 et 1.2.2).

Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

2.1.5 — L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 13 (voir point 1.4).

2.1.6 — L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets

L'ASN participe aux travaux de l'association [WENRA](#) qui vise à l'harmonisation des pratiques en matière de sûreté nucléaire en Europe, en définissant des « niveaux de sûreté de référence » qui doivent être transposés dans la réglementation de ses membres. À ce titre, le WGWD (*Working Group on Waste and Decommissioning*) est chargé de l'élaboration des niveaux de référence relatifs à la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés et au démantèlement des installations nucléaires. Les décisions de l'ASN permettent notamment de transposer ces niveaux de référence dans la réglementation générale applicable aux INB. Après les travaux déjà menés sur l'entreposage, le stockage et le démantèlement, l'ASN a participé en 2017 à la finalisation de l'élaboration des niveaux de référence relatifs au conditionnement des déchets radioactifs. En 2018, l'ASN a présenté la manière dont les niveaux de sûreté de référence WENRA sur le conditionnement des déchets étaient déclinés dans la réglementation française. L'ASN devra apporter quelques justifications supplémentaires en 2019, mais WENRA considère que la grande majorité des exigences de sûreté sont déjà présentes dans la réglementation française. L'ASN suit également la transposition des niveaux de référence des pays membres de WENRA.

L'ASN représente par ailleurs la France au comité WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) de l'[Agence internationale de l'énergie atomique](#) (AIEA), dont le rôle est de rédiger les standards internationaux, notamment en matière de gestion des déchets radioactifs. Elle participe également aux travaux du groupe 2 de l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators' Group*) chargé des sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs. En 2018, une réunion de ce groupe de travail a été organisée à Paris, ainsi qu'une visite des installations du site CEA de Fontenay-aux-Roses permettant d'illustrer la problématique de gestion des déchets sur un site en démantèlement.

En 2017, l'ASN a coordonné la rédaction du rapport national sur la mise en œuvre des obligations de la [convention commune](#) sur la sûreté de la gestion du combustible usé et la sûreté de la

Les missions ARTEMIS

Les missions ARTEMIS (*Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*) sont organisées par le service de l'AIEA chargé des thématiques de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, du démantèlement et de l'assainissement, permettant ainsi de recueillir l'avis d'experts étrangers sur le dispositif français au regard des guides de sûreté et des recommandations techniques de l'AIEA et à l'aune des meilleures pratiques.

La [revue par les pairs](#) qui s'est tenue en France du 15 au 24 janvier 2018 a porté sur le cadre législatif, réglementaire et organisationnel pour la gestion des déchets radioactifs; le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR); l'Inventaire national des déchets radioactifs et les estimations relatives aux quantités futures de ces déchets; les exigences de sûreté des installations destinées à gérer des déchets radioactifs, ainsi que les dispositions en matière d'information et de participation du public avant leur autorisation, notamment pour le projet de stockage profond Cigéo; les mécanismes de financement relatifs à la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs; les dispositions prises pour assurer et maintenir un haut niveau de compétence et d'expertise des différents

organismes impliqués dans la gestion des déchets radioactifs.

Les conclusions de la revue de janvier 2018 soulignent que la France a établi un cadre de gestion des déchets radioactifs qui couvre l'ensemble des enjeux et présente de nombreux points de force, notamment en termes de maintien et de développement des compétences des acteurs principaux de la gestion des déchets et d'amélioration continue de la gestion des déchets dans les plans nationaux successifs. Les experts internationaux ont également formulé neuf suggestions, présentées dans le [rapport](#) mis en ligne sur le site Internet du ministère de la Transition écologique et solidaire en version française. Elles concernent par exemple l'identification des pistes d'optimisation de la gestion des déchets de faible activité à vie courte et des déchets de très faible activité.

Ces revues par les pairs permettent d'améliorer le système français de gestion des déchets radioactifs grâce au partage des expériences. Elles favorisent également l'établissement, au niveau international, de règles communes ambitieuses en matière de gestion des déchets radioactifs, de protection des personnes et de l'environnement.

gestion des déchets radioactifs. Ce rapport a été examiné par les pairs en mai 2018 à Vienne. Les pairs ont témoigné d'un intérêt marqué pour l'approche française, et ont notamment souligné la qualité de la démarche française, sa politique cohérente, la qualité du cadre réglementaire et la priorité accordée à la sûreté en reconnaissant huit domaines de bonne performance. Ils ont suggéré à la France de rester attentive à la sûreté de certaines installations d'entreposage anciennes.

La [directive européenne 2011/70](#) établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs requiert par ailleurs que le programme de chaque pays de l'Union européenne sur ces thématiques soit évalué dans le cadre d'un examen par les pairs. En France, cette évaluation internationale a eu lieu du 15 au 24 janvier 2018 dans le cadre d'une mission ARTEMIS, organisée par l'AIEA (voir encadré). Une délégation de dix experts internationaux a rencontré les équipes de la DGEC, de l'ASN, de la DGPR, de l'IRSN, de l'Andra et des producteurs de déchets radioactifs.

L'ASN participe aussi à plusieurs groupes de travail dans le cadre des actions menées avec l'Union européenne et l'AIEA, en particulier sur le stockage des déchets radioactifs en couche géologique profonde.

Les actions internationales de l'ASN sont présentées de manière plus générale dans le chapitre 6.

2.2 — Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

L'exploitant d'une installation nucléaire de base, y compris pendant une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au [réexamen](#) de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution

des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque installation.

Dans ce cadre, cinq réexamens sont en cours d'instruction par l'ASN sur des installations de gestion des déchets radioactifs. Cela concerne :

- trois INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement INB 35 sur le site de Saclay, l'installation de recherche et développement Chicade (INB 156) et l'installation de conditionnement et entreposage Cedra (INB 164) sur le site de Cadarache;
- une INB exploitée par Orano : l'INB 118, installation de traitement, conditionnement et entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague;
- une INB exploitée par l'Andra : l'INB 149, le centre de stockage de déchets radioactifs de l'Aube (CSA : INB 149).

Deux rapports de réexamen de sûreté supplémentaires devraient être remis à l'ASN en 2019. Ils concernent les silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74) et le centre de stockage de la Manche (CSM : INB 66).

2.2.1 — Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35 et 118, présentent des enjeux particuliers. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la reprise et du conditionnement de ces déchets en vue d'une évacuation dans la filière dédiée ainsi que de l'assainissement programmé des bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour l'INB 118).

Pour les installations plus récentes que sont Cedra et Chicade, les réexamens périodiques mettent en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants.

2.2.2 — Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface de déchets radioactifs de l'Aube (CSA) et de la Manche (CSM), exploités par l'Andra, sont des INB et donc à ce titre soumises à l'obligation de réexamen périodique. Leurs réexamens présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc pour objectif, si nécessaire, de réviser les scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations, bien qu'à des stades d'avancement différents (rédaction des études par l'exploitant pour le CSM, instruction en cours par l'ASN pour le CSA), mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux toxiques chimiques contenus dans les déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment à travers la mise en place de la couverture qui participe au confinement final des massifs de stockage. De plus, ces réexamens permettent de préciser au fil du temps les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage et pour garder la mémoire du site pour les générations futures.

2.3 — Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN

• La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire : des laboratoires et usines liés aux recherches sur le cycle du combustible, mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment :

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides...);
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels...);
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées...).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le cycle du combustible, d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de [Marcoule](#) ou la station de traitement des déchets de [Cadarache](#).

• Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont :

- la rénovation d'installations ou la mise en service de nouvelles installations permettant le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents, des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles ;
- la conduite des projets de reprise et de conditionnement des déchets anciens.

L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement ces enjeux et à mener en parallèle l'ensemble des projets associés, en particulier de démantèlement.

• L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

Le dernier examen par l'ASN de la stratégie du CEA, qui avait abouti en 2012, avait montré que la gestion des déchets s'était globalement améliorée depuis l'examen réalisé en 1999. L'ASN observait néanmoins que certains aspects de cette stratégie étaient à améliorer, en particulier concernant la gestion des déchets solides de moyenne activité à vie longue et des déchets liquides de faible ou moyenne activité, qui devaient donc être consolidés.

Des augmentations très significatives de la durée envisagée pour les opérations de démantèlement déclarées par le CEA après l'examen de 2012, ainsi que la quantité et le caractère non standard et difficilement caractérisable de certaines substances ou déchets amenés à être respectivement désentreposés ou produits lors des opérations de démantèlement, ont conduit l'ASN, conjointement avec l'ASND, à demander au CEA un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des matières et des déchets radioactifs sur les quinze prochaines années. Le rapport du CEA, reçu en décembre 2016, est en cours d'instruction par l'ASN et l'ASND pour disposer d'une vision globale sur ce sujet et dégager une position concertée des autorités de contrôle sur la stratégie du CEA. L'ASN rendra un avis en 2019 sur cette stratégie.

2.4 — Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN

L'usine de traitement des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente les principaux enjeux en termes de gestion des déchets radioactifs chez Orano. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant généralement de centrales nucléaires de production d'électricité mais également de réacteurs de recherche, et d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du cycle (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

Areva a remis à la mi-2016 à l'ASN et à l'ASND un dossier présentant la stratégie de gestion des démantèlements et des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que son application pratique sur les sites de [La Hague](#) et du [Tricastin](#). Ce dossier, pour lequel des compléments ont été reçus en 2017, est en cours d'instruction. L'ASN rendra un avis sur cette stratégie en 2019. Le dernier examen de la stratégie de gestion des déchets d'Areva date de 2005 et ne portait que sur le site d'Areva NC La Hague.

• Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano ont trait en particulier :

- à la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de La Hague, des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets complexes rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 13). De plus, les capacités d'entreposage sur site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les conditions d'entreposage dans certaines installations qui ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles doivent être améliorées ;
- à la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Ces solutions doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement est un axe particulièrement important, qui nécessite le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'impacter significativement le projet. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire pour l'exploitant de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets historiques dans les meilleurs délais. L'article L. 542-1-3 du code de l'environnement, qui impose que les déchets MA-VL produits avant 2015 soient conditionnés au plus tard à la fin 2030, renforce cet enjeu.

Dans le cadre des opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD), Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues provenant de l'installation [STE2](#) de La Hague ;
- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et [Melox](#), ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

2.5 – Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Ils s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs, et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

• Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda, lorsqu'elle sera mise en service.

• Les déchets d'exploitation et d'entretien

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et de maintenance sont conditionnés sur le site de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis à la fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur usés.

• Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF mène, dans le cadre du PNGMDR, une réévaluation de l'activité de ces déchets et devra remettre ses conclusions en 2019 ;
- les évolutions liées au cycle du combustible. La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du cycle (voir chapitre 11) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a demandé à EDF, par lettre du 5 mai 2011, de mettre en œuvre une politique de gestion plus rigoureuse de ses capacités d'entreposage des substances avant leur stockage ou leur traitement (voir chapitre 11). En ce qui concerne plus spécifiquement les déchets, EDF doit notamment s'assurer de l'adéquation du parc d'emballages aux besoins d'évacuation.

3 — Évaluation de la sûreté nucléaire des installations exploitées par l'Andra

L'Andra est le seul exploitant d'INB de stockage de déchets radioactifs en France. Cet établissement public, devenu indépendant du CEA et plus globalement des producteurs de déchets par la loi de 1991 dite «[loi Bataille](#)», s'est vu confier la mission de gestion à long terme des déchets radioactifs. La loi du 28 juin 2006 conforte l'Andra dans ses missions de conception et d'exploitation des stockages de déchets radioactifs. L'agence est ainsi notamment chargée de concevoir et d'implanter un centre de stockage réversible en couche géologique profonde pour les déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue, et de rechercher une solution pour les déchets de faible activité à vie longue.

L'ASN estime que les ressources organisationnelles et techniques de l'exploitant sont appropriées pour l'exploitation des centres actuels et que cette exploitation est satisfaisante.

Une inspection des services centraux de l'Andra a été réalisée par l'ASN à la fin 2018. Celle-ci avait pour objectif d'évaluer les procédures internes d'instruction des dossiers d'agrément et d'acceptation en stockage des colis de déchets FMA-VC au CSA, ainsi que des accords de conditionnement pour les colis MA-VL et HA destinés à terme à Cigéo. Cette inspection a également été l'occasion d'apprécier l'organisation mise en place par l'exploitant en matière de surveillance des activités de production des colis réalisées chez les producteurs de déchets, qui ont vocation à garantir la qualité des colis destinés aux installations de stockage. Il a été constaté que l'organisation technique interne relative aux activités d'instruction et de surveillance des colis de déchets FMA-VC s'est nettement améliorée au cours des dix dernières années. En ce sens, l'Andra devrait pouvoir mettre entièrement en service, au cours de l'année 2019, une installation de contrôle des colis sur le CSA, qui lui permettra de mener de façon autonome des contrôles de colis de déchets, destructifs ou non (carottage, inventaire manuel, mesure de dégazage de tritium...), et ainsi d'augmenter significativement ses capacités de contrôle, quantitativement et qualitativement. En ce qui concerne l'instruction des accords de conditionnement, les procédures existantes doivent être améliorées afin de

garantir une meilleure fiabilité du processus. Enfin, une montée en puissance du dispositif mis en œuvre par l'Andra pour la surveillance chez les producteurs des colis HA et FA/MA-VL est attendue par l'ASN, le niveau de développement plus avancé du projet Cigéo permettant des spécifications préliminaires d'acceptation des déchets plus précises.

Le dernier réexamen périodique du CSA réalisé en 2017 met par ailleurs en exergue la conformité de l'installation à son référentiel. Cet exercice a été l'occasion, pour l'Andra, de réaliser une réévaluation de la maîtrise des risques d'incendie, et d'engager un plan d'action qui améliore significativement la gestion de ce risque lors de la phase d'exploitation de l'installation. En matière de maîtrise des risques liés au séisme, l'instruction en cours aura pour objectif de définir l'aléa à retenir pour le dimensionnement des installations « supports » du CSA (hors ouvrages de stockage), notamment celles abritant les procédés de conditionnement des déchets. Enfin, la meilleure connaissance des impacts à long terme liés aux substances dangereuses apparaît comme un axe de travail en vue du prochain réexamen.

Des efforts plus importants sont attendus pour le CSM. Une réévaluation de l'étude d'impact devra être réalisée afin de prendre en compte les évolutions réglementaires dans ce domaine, ainsi que l'amélioration des connaissances du contexte hydrogéologique du site. De plus, l'ASN, estime que l'Andra doit définir rapidement le principe technique retenu pour la mise en configuration pérenne de l'installation, notamment par l'amélioration de la couverture du stockage. L'ASN est également attentive à ce que les travaux sur la conservation de la mémoire de l'installation, utile à l'exploitant pendant la phase de surveillance, mais également aux générations futures une fois l'installation déclassée, continuent leur progression.

Enfin, l'ASN a évalué les provisions pour charges de long terme de démantèlement et de gestion des déchets constituées par l'Andra et conclut qu'elles sont satisfaisantes. L'Agence retient des hypothèses raisonnablement conservatrices, pour les différents scénarios de mise en configuration pérenne des installations de stockage, ou pour la surveillance des installations.

4 — La gestion des résidus miniers et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côtes d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans huit usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano Mining.

On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 167 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages.

Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

• Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la [circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009](#) du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;
- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance ;
- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- renforcer l'information et la concertation.

• Le comportement à long terme des sites

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a été rendu possible par la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

Les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation ;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des verses à stériles et des stériles dans le domaine public, en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009 ;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers ;
- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs ;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus ;
- les phénomènes de transport de l'uranium des verses à stériles vers l'environnement ;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

Conformément à l'[avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN](#) du 9 février 2016, ces différentes études se poursuivent dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, ainsi que des travaux de deux groupes de travail technique portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium ;
- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères.

Ainsi, en janvier 2017, Orano Mining a complété son étude sur la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs. Cette étude est en cours d'instruction par l'ASN.

En janvier et juin 2018, deux rapports d'étape associés à la réactivité, respectivement des résidus et des stériles miniers, ont été transmis par Orano Mining. Le bilan d'étape sur la gestion des stations de traitement des eaux des anciens sites uranifères, reçu en janvier 2018, sera analysé dans le cadre du groupe de travail technique du PNGMDR dédié à la gestion des eaux.

• La gestion des stériles miniers réutilisés

Pour l'essentiel, les stériles sont restés sur leur site de production (en comblement des mines, pour les travaux de réaménagement ou sous forme de verses). Néanmoins, de 1 à 2 % des stériles miniers ont pu être utilisés comme matériaux de remblai, de terrassement ou en tant que soubassements routiers dans des lieux publics situés à proximité des sites miniers. Si, depuis 1984, la réutilisation des stériles dans le domaine public fait l'objet d'une traçabilité, l'état des connaissances des réutilisations antérieures à 1984 reste incomplet. L'ASN et le ministère chargé de l'environnement ont demandé à Orano Mining, dans le cadre du plan d'action établi à la suite de la circulaire du 22 juillet 2009, de recenser les stériles miniers réutilisés dans le domaine public afin de vérifier la compatibilité des usages et d'en réduire les impacts si nécessaire.

Orano Mining a ainsi mis en œuvre un plan d'action qui se décline en trois grandes phases :

- survol aérien autour des anciens sites miniers français pour identifier des singularités radiologiques ;
- contrôle au sol des zones identifiées lors du survol pour vérifier la présence de stériles ;
- traitement des zones d'intérêt incompatibles avec l'usage des sols.

La deuxième phase de ce plan d'action a été achevée en 2014. Le ministère chargé de l'environnement a défini les modalités de gestion des cas de présence avérée de stériles miniers dans une instruction aux préfets du 8 août 2013. Certains travaux ont été réalisés depuis 2015 sur des sites classés comme prioritaires, c'est-à-dire dont le calcul de dose efficace annuelle ajoutée hors radon dû à la présence de stériles sur des scénarios génériques dépasse la valeur de 0,6 millisievert par an (mSv/an) sur la base d'une étude d'impact radiologique.

Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, un bilan des actions menées lors du recensement des stériles dans le domaine public a été transmis par Orano en janvier 2018 et sera instruit par l'ASN en 2019.

L'ensemble de ces opérations est sous la surveillance administrative du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal). L'ASN intervient en appui des préfets en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public et l'examen des filières de gestion. Dans ce cadre, elle encourage l'assainissement complet des sites lorsque cela est techniquement possible et demande que toute autre démarche mise en œuvre soit justifiée au regard de cette stratégie de référence. De plus, elle est particulièrement vigilante aux cas susceptibles de donner lieu à une exposition des personnes, en particulier au radon. Enfin, elle veille à ce que les actions soient menées en toute transparence, en associant au maximum les acteurs locaux et à ce que l'information relative à cette action soit conservée afin de pouvoir gérer l'usage futur de ces sites.

Les divisions territoriales de l'ASN participent aux commissions de suivi des anciens sites miniers uranifères qui réunissent des représentants de l'État, des collectivités locales, des associations de protection de l'environnement et d'Orano Mining.

5 — La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un **site pollué** par des substances radioactives se définit comme un site, abandonné ou en exploitation, sur lequel des substances radioactives, naturelles ou artificielles, ont été ou sont mises en œuvre ou entreposées dans des conditions telles que le site peut présenter des risques pour la santé ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le siège d'activités industrielles passées, à une époque où la perception des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX^e siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou les zircons. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

L'article L. 125-6 du code de l'environnement prévoit que l'État élabore, au regard des informations dont il dispose, des secteurs d'information sur les sols. Ceux-ci doivent comprendre les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé, la salubrité publique et l'environnement. Le [décret n° 2015-1353 du 26 octobre 2015](#) définit les modalités d'application de ce dispositif.

Les Dreal pilotent la démarche d'élaboration des secteurs d'information sur les sols sous l'autorité des préfets. Les divisions territoriales de l'ASN y contribuent en informant les Dreal des sites présentant des pollutions liées à des substances radioactives dont elles ont connaissance. La démarche d'élaboration de ces secteurs d'information est progressive et n'a pas vocation à être exhaustive. À terme, ces sites ont vocation à être inscrits dans les documents d'urbanisme.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'inventaire national de l'Andra, mis à jour tous les trois ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition de 2018 est disponible sur [andra.fr](#)), ainsi que les [bases de données](#)¹⁰ consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

En octobre 2012, l'ASN a arrêté sa doctrine en matière de gestion des sites pollués par des substances radioactives qui précise les principes fondamentaux qu'elle retient. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques du site, la démarche de référence d'assainissement complet poserait des difficultés de mise en œuvre, il convient, en tout état de cause, d'aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement

et d'apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées et sont compatibles avec l'usage établi ou envisagé du site.

La doctrine de l'ASN définit des dispositions à prendre dans le cas où l'assainissement complet n'est pas atteint. L'ASN estime par ailleurs que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

L'ASN rappelle également qu'en application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La [Commission nationale des aides dans le domaine radioactif](#) (CNAR) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

La composition de la CNAR est la suivante depuis la publication du [décret n° 2018-438 du 4 juin 2018](#) :

- des « membres de droits », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Ademe, de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'association des maires de France ;
- des membres mandatés pour quatre ans par les ministres en charge de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

La commission s'est réunie quatre fois en 2018, notamment sur le suivi de la gestion de sites pollués en cours, comme les sites de Champlay, d'Isotopchim, ainsi que ceux de l'Opération diagnostic radium.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En matière de gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, le préfet s'appuie sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

10. [www.georisques.gouv.fr/dossiers/pollution-des-sols-sis-et-anciens-sites-industriels](#).

Les divisions territoriales de l'ASN, aux côtés des préfetures, pour la gestion de sites et sols pollués et des anciennes mines d'uranium

Les anciennes mines d'uranium

En Nouvelle-Aquitaine, la division de Bordeaux a contribué à l'évaluation des bilans et des actions de radioprotection proposés par Orano Mining dans le cadre de l'arrêt définitif des travaux pour les sites d'Henriette (87), de La Védrenne (19) et de Montmassacrot (87). L'ASN veille à la bonne évaluation des risques d'exposition radiologique liés au radon, aux stériles miniers ou aux résidus de traitement des minerais. Si le niveau d'exposition est susceptible de dépasser les niveaux de référence réglementaires, elle formule des propositions de conservation de la mémoire de ces sites par le biais de secteurs d'information des sols ou de servitudes d'utilité publique.

En Bretagne, une interprétation de l'état des milieux (IEM) a été réalisée en 2018 par Orano Mining pour évaluer les effets des boues et des sédiments radiologiquement marqués situés en aval hydraulique des anciens sites miniers.

Les sols pollués par des substances radioactives

En Bourgogne-Franche-Comté, la division de Dijon porte une attention particulière à des terrains pollués par des résidus de traitement des minerais uranifères situés sur la commune de Gueugnon (71). L'ASN participe au suivi des travaux d'assainissement radiologique d'un premier site, comportant une maison d'habitation, qui ont été engagés par Orano Mining en septembre 2016. Jusqu'à présent, les travaux ont permis un assainissement poussé des deux tiers du terrain et le retour à une situation proche de l'état radiologique naturel. En 2018, Orano Mining a réalisé les études nécessaires à la fin des travaux d'assainissement. L'ASN a par ailleurs contribué au renforcement en août 2018 de la surveillance environnementale autour de l'installation qui est située sur la commune de Gueugnon, dont l'objet est le stockage de déchets provenant d'une usine de traitement des minerais uranifères. Le périmètre de cette installation a par ailleurs été élargi pour y inclure des terrains contigus pollués par des résidus de traitement des minerais.

La réutilisation des stériles miniers

L'ASN apporte également un appui aux Dreal qui sont chargées de l'évaluation des propositions formulées par Orano Mining pour remédier aux anomalies radiologiques résultant de la réutilisation de stériles miniers dans le domaine public. En Bretagne et dans les Pays de Loire, tous les sites qui nécessitaient des travaux de manière prioritaire (où la dose efficace annuelle ajoutée dépassait la valeur de 0,6 mSv/an) ont été traités en 2018. En Bretagne, la division de Nantes s'est assurée, par échantillonnage au travers d'une inspection conjointe avec la Dreal, de l'atteinte des objectifs d'assainissement. Dans les Pays de Loire, les travaux demandés par le préfet pour réduire la concentration en radon d'origine anthropique dans les bâtiments ou maisons d'habitation concernés ont également été réalisés par Orano Mining. Un nouveau dépistage du radon a été engagé durant la période hivernale 2018/2019 pour évaluer leur efficacité. En Bourgogne-Franche-Comté, la division de Dijon a rendu un avis sur les travaux qui sont envisagés par Orano Mining en Saône-et-Loire et dans la Nièvre.

Les sites pollués par des substances radioactives

L'ASN est sollicitée par les Dreal pour contribuer à l'identification, à la mise en sécurité et au suivi de la dépollution de sites pollués par des substances radioactives d'origine artificielle ou naturelle.

Il peut s'agir d'anciens sites industriels de production de peintures luminescentes à base de radium ou de tritium pour l'industrie horlogères ou de sites où étaient utilisés des dispositifs radio-luminescents. En Bourgogne-Franche-Comté, la division de Dijon suit l'assainissement radiologique d'une ancienne usine horlogère dans le Haut-Doubs qui a débuté en 2014. En 2018, elle a contribué à la rédaction d'un arrêté préfectoral qui permet la réalisation de la dernière phase des travaux. En juillet 2018, des objets horlogers radioactifs ont été découverts dans un lycée professionnel à Morteau (25). L'ASN est intervenue à la demande du préfet, avec l'appui technique de l'IRSN, pour conduire la caractérisation radiologique des locaux et évaluer les risques sanitaires pour les personnes exposées. L'IRSN a estimé que les doses en jeu étaient extrêmement faibles et sans conséquence pour la santé des personnes qui ont fréquenté les locaux. Les objets radioactifs identifiés ont été mis en sécurité dans l'attente de leur évacuation par l'Andra. Une faible contamination radiologique par du tritium a été décelée dans un local de réserve, qui a été décontaminé. Enfin, des recommandations ont été formulées au chef d'établissement afin de détecter, à l'avenir, les objets radioactifs avant qu'ils ne pénètrent dans l'établissement et à sensibiliser les élèves et enseignants à ces risques.

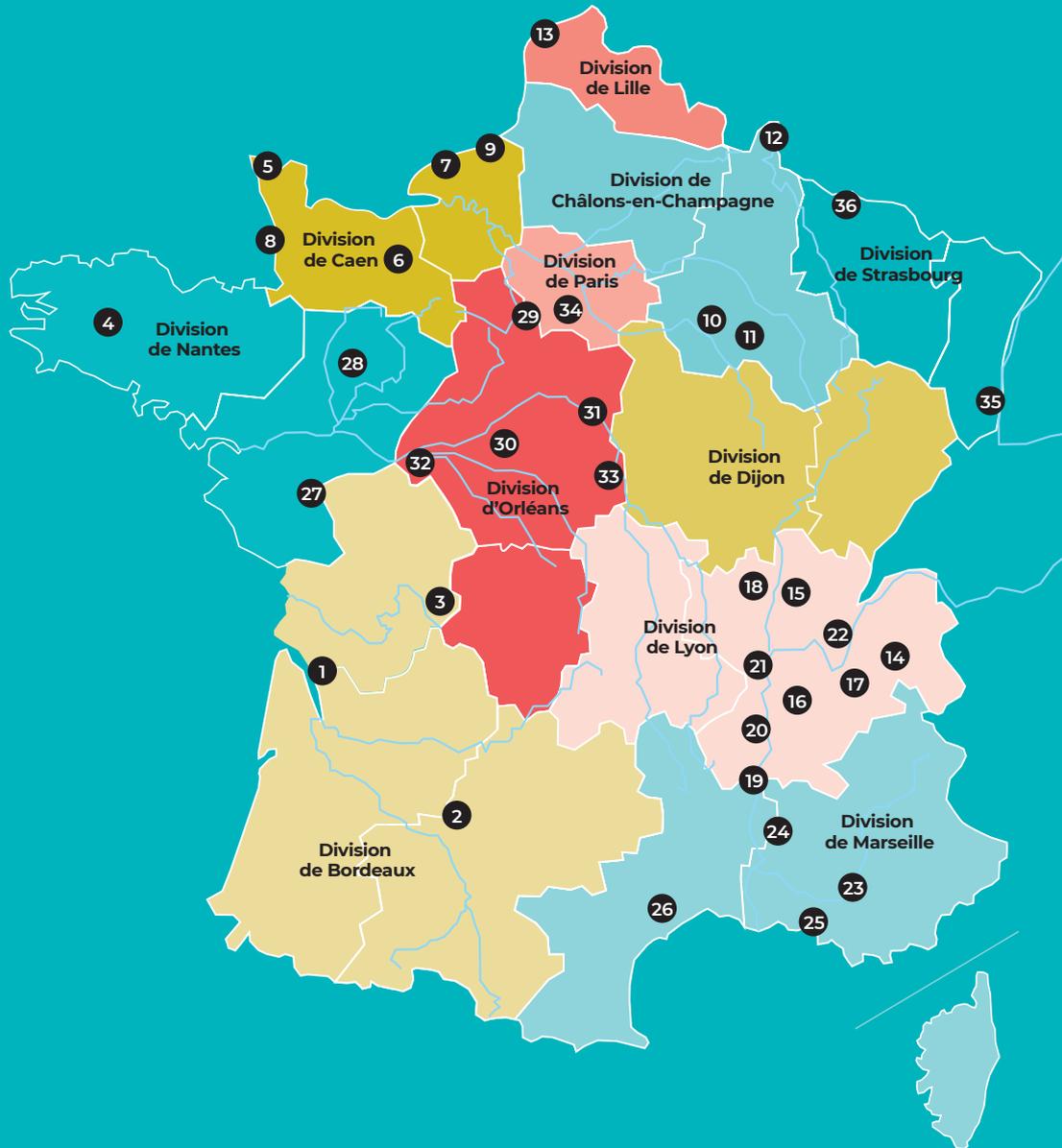
En Provence-Alpes-Côte d'Azur, la division de Marseille suit les actions réalisées pour la mise en sécurité et l'engagement de la dépollution de deux sites situés à Bandol (83), qui sont contaminés par le radium. La division de Marseille suit également les travaux de dépollution d'un site de stockage de dispositifs radio-luminescents pour l'industrie aéronautique situé à Cuers-Pierrefeu (83) qui ont débuté en 2015.

En juin 2018, le propriétaire du site a lancé un appel d'offres pour une prestation de tri, caractérisation et conditionnement des déchets radioactifs en vue de leur reprise par l'Andra.

D'autres sites résultent d'activités de recherche impliquant l'utilisation de substances radioactives. C'est notamment le cas en Occitanie, en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Corse.

La division de Marseille suit les sites d'Oraison (04), de Pech Rouge (11) et de San Giuliano (2B) qui ont fait l'objet d'expérimentations de transfert de radioactivité aux plantes réalisées par l'INRA. Des études ont été demandées pour évaluer les conséquences de la pollution radiologique de ces sites compte tenu des différents scénarios d'usage. La division de Marseille les examinera et rendra un avis sur les options de gestion proposées. Dans les Alpes de Haute-Provence (04), la division de Marseille a également suivi en 2018 les actions réalisées par l'Andra pour la mise en sécurité du site de Ganagobie, où il subsiste des déchets radioactifs issus des activités de la société Isotopchim.

Sites contrôlés par les divisions territoriales de l'ASN



— DIVISION DE BORDEAUX

- 1 ▲ Blayais 2 ▲ Golfech 3 ▲ Civaux

— DIVISION DE CAEN

- 4 ▲ Brennilis 5 ▲ La Hague 6 ● Caen 7 ▲ Paluel
- 8 ▲ Flamanville 9 ▲ Penly

— DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

- 10 ▲ Nogent-sur-Seine 11 ▲ Soulaïnes-Dhuys 12 ▲ Chooz

— DIVISION DE LILLE

- 13 ▲ Gravelines

— DIVISION DE LYON

- 14 ● Grenoble 15 ▲ Bugey 16 ▲ Romans-sur-Isère
- 17 ▲ Veurey-Voroize 18 ▲ Dagneux 19 ▲ Tricastin
- 20 ▲ Cruas-Meysses 21 ▲ Saint-Alban/Saint-Maurice
- 22 ▲ Creys-Malville

— DIVISION DE MARSEILLE

- 23 ● Cadarache 24 ▲ Marcoule 25 ● Marseille
- 26 ● Malvési

— DIVISION DE NANTES

- 27 ● Pouzauges 28 ● Sablé-sur-Sarthe

— DIVISION D'ORLÉANS

- 29 ● Saclay 30 ▲ Saint-Laurent-des-Eaux
- 31 ▲ Dampierre-en-Burly 32 ▲ Chinon
- 33 ▲ Belleville-sur-Loire 34 ● Fontenay-aux-Roses

— DIVISION DE STRASBOURG

- 35 ▲ Fessenheim 36 ▲ Cattenom

Types d'installations

- ▲ Centrales nucléaires
- ▲ Usines
- Installations de recherche
- Stockages de déchets
- Autres

ANNEXE

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2018

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2018

Pour assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à [Bordeaux](#), [Caen](#), [Châlons-en-Champagne](#), [Dijon](#), [Lille](#), [Lyon](#), [Marseille](#), [Nantes](#), [Orléans](#), [Paris](#) et [Strasbourg](#).

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'INB une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le [code de l'environnement](#) (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, exploitation et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :

1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, le [décret n° 2007-830 du 11 mai 2007](#) relatif à la nomenclature des installations nucléaires de base fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'installation nucléaire de base peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du cycle du combustible ou un centre du CEA peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :

- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par l'ASN.

Au 31 décembre 2018, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 126.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du [décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963](#) relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumis à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 13) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB.

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
-------------	--------------------------------	------------	--------------------------	--------

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE BORDEAUX

1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 2) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CAEN

4 Brennilis	MONTS D'ARRÉE (EL 4 D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP 2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	33
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE 2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (AT1) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	38
5 La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	47
5 La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
5 La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	80
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 3-A) 50107 Cherbourg (Cedex) (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	116
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	117
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE 3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	118
6 Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 - EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
11 Soulaïnes-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D) (CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LILLE

13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	96
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	97
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	122

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LYON

14 Grenoble	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STED) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Transformation de substances radioactives	36
14 Grenoble	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
14 Grenoble	ENTREPOSAGE DE DÉCROISSANCE (STD) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Entreposage de substances radioactives	79
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteur	45
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	78
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	89
15 Bugey	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 Bugey	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
16 Romans-sur-Isère	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (FBFC) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	98
16 Romans-sur-Isère	USINE DE FABRICATION D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES (CERCA) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	63
17 Veurey-Voroize	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES 38113 Veurey-Voroize (Isère)	SICN	Fabrication de substances radioactives	65
17 Veurey-Voroize	ATELIER DE PASTILLAGE 38113 Veurey-Voroize (Isère)	SICN	Fabrication de substances radioactives	90
18 Dagneux	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX Z.I. Les Chartinières 01120 Dagneux (Ain)	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
19 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	87
19 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	88
19 Tricastin	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) 26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	93
19 Tricastin	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	105
19 Tricastin	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Usine	138
19 Tricastin	INSTALLATION TU5 et W BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	155
19 Tricastin	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)	EDF	Maintenance nucléaire	157
19 Tricastin	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) 84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	168
19 Tricastin	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
19 Tricastin	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Entreposage de matières radioactives	178
19 Tricastin	P35 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Entreposage de matières radioactives	179
20 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	111
20 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	112
21 Saint-Alban/Saint-Maurice	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE (réacteur 1) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	119
21 Saint-Alban/Saint-Maurice	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN-SAINT-MAURICE (réacteur 2) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	120
22 Creys-Malville	RÉACTEUR SUPER PHÉNIX 38510 Morestel (Isère)	EDF	Réacteur	91
22 Creys-Malville	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) (Creys-Malville) 38510 Creys-Mépieu (Isère)	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE MARSEILLE				
23 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISoire et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PÉGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
23 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
23 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
23 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
23 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
23 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
23 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
23 Cadarache	ÉOLE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42
23 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHI (ATUE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
23 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
23 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
23 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
23 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
23 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
23 Cadarache	MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	95
23 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES ET DE FABRICATION EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
23 Cadarache	CHICADE BP 1 - 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
23 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
23 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
23 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCEE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
23 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
23 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium	174
24 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
24 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
24 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 - 30200 Chusclan (Gard)	Orano Cycle	Fabrication de substances radioactives	151
24 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Socodei	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
24 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
24 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
25 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
26 Malvési	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Cycle	Entreposage de substances radioactives	175

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE NANTES

27 Pouzauges	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)	Ionisos	Installation d'ionisation	146
28 Sablé-sur-Sarthe	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)	Ionisos	Installation d'ionisation	154

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION D'ORLÉANS

29 Saclay	ULYSSE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	18
29 Saclay	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CIS Bio International	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
29 Saclay	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Transformation de substances radioactives	35
29 Saclay	OSIRIS-ISIS 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteurs	40
29 Saclay	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
29 Saclay	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
29 Saclay	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
29 Saclay	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
29 Saclay	ORPHÉE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	101
30 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	46
30 Saint-Laurent-des-Eaux	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
30 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	100
31 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE (réacteurs 1 et 2) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	84
31 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE (réacteurs 3 et 4) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	85
32 Chinon	ATELIER DES MATÉRIAUX IRRADIÉS (AMI) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
32 Chinon	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
32 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	107
32 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	132
32 Chinon	CHINON A1 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	133
32 Chinon	CHINON A2 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	153
32 Chinon	CHINON A3 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	161
33 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE (réacteur 1) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	127
33 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE (réacteur 2) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	128
34 Fontenay-aux-Roses	PROCÉDÉ 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de recherche	165
34 Fontenay-aux-Roses	SUPPORT 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE STRASBOURG

35 Fessenheim	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM (réacteurs 1 et 2) 68740 Fessenheim (Haut-Rhin)	EDF	Réacteurs	75
36 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	124
36 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	125
36 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	126
36 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	137

Crédits photos et infographies

Éditorial du Collège: p. 3: ASN/L. Oligny

Éditorial du Directeur général: p. 6: ASN

Faits marquants: p. 15 à 18: ASN

Panorama régional: p. 44: ASN/G. Souvant/Sipa Press;
p. 53: ASN/M. Huylebroeck/Sipa Press; p. 55-68-69: ASN;
p. 64: ASN/D. Morganti/Sipa Press; p. 84: ASN/W. Guidarini.

Chapitre 1: p. 88-89: ASN/SIPA/F. Scheiber/Sipa Press;
p. 91-95-98: ASN; p. 93: Inserm/Alpha Pict/Caro, Daniel.

Chapitre 2: p. 106-107: ASN/V. Bourdon; p. 117-118: ASN/L. Oligny;
p. 119: ASN.

Chapitre 3: p. 300-301: ASN/ N. Gonzague/Sipa Press;
p. 316: ASN.

Chapitre 4: p. 156-157: Arnaud Bouissou/MEDDE/Médiathèque
IRSN; p. 161: ASN; p. 163: EDF; p. 168: Gérald Bouchez/
Médiathèque IRSN.

Chapitre 5: p. 170-171-174-175-179: ASN/V. Bourdon; p. 173: ASN.

Chapitre 6: p. 182-183: UN Photo/Joao Araujo Pinto; p. 188: ENSI;
p. 189: SÚJB; p. 196: Tepco; p. 197: ASN.

Chapitre 7: p. 200-201-218: ASN/F. Betermin/Sipa Press;
p. 203: ASN.

Chapitre 8: p. 230-231: ASN/N. Gonzague/Sipa Press;
p. 244-252: ASN; p. 252: CIMGUA.

Chapitre 9: p. 256-257-259-268-273: ASN; p. 266: Daher Nuclear
Technologies GmbH; p. 268: Orano TN International.

Chapitre 10: p. 274-275-281-312-313: EDF/Alexis Morin;
p. 277-278-279-294-295: ASN; p. 293: EDF/Marc Caraveo;
p. 298: EDF/David Queyrel; p. 311: EDF/Antoine Soubigou.

Chapitre 11: p. 316-317: Orano/Larrayadiou Éric; p. 320-321: ASN.

Chapitre 12: p. 326-327: ITER Organization; p. 329-331: ASN;
p. 329: CEA.

Chapitre 13: p. 334-335-341: ASN/G. Souvant/Sipa Press;
p. 340-343: ASN.

Chapitre 14: p. 352-353: ASN/W. Guidarini;
p. 359: ASN/M. Huylebroeck/Sipa Press; p. 362: Andra;
p. 365: ASN.

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2018

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge

Centre d'information du public

Tél.: 33 (0)1 46 16 41 46 – E-mail: info@asn.fr

Directeur de la publication: Bernard Doroszczuk, Président

Rédactrice en chef: Marie-Christine Bardet

Secrétaire de rédaction: Fabienne Covard

Iconographie: Olivier Javay

ISSN 1967 – 5127

N° imprimeur: 14028-5-2019 – **Dépôt légal:** mai 2019

Conception et réalisation: BRIEF

Impression: Imprimerie Fabrègue





AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection