

Nom du FDR : FDR Exploitation CSM

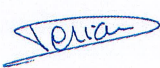

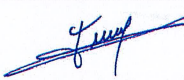


Centre de stockage de la Manche (INB n° 66) - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et son environnement - Année 2024

EXPBIACMC250003


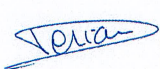






CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DE L'ANDRA ET NE PEUT ÊTRE REPRODUIT OU COMMUNIQUÉ SANS SON AUTORISATION EXPRESSE ET PREALABLE

Ind.	Date	Rédacteur(s)	Vérificateur(s)	Approbateur(s)
A	Avril 2025	Cf. pages suivantes	Cf. pages suivantes	J. RECARTE

Rédacteurs

Chapitre(s) – Paragraphes(s)	Nom	Signature
Chap. 1, § 2.2, § 2.3, § 2.4.3, § 2.5, § 2.6.4, § 2.6.5.2, Chap. 4 (hors § 4.2.6 et § 4.2.7), chap. 5, chap. 6 (hors 6.2), chap. 7, chap.8, chap. 9, chap. 10	I. DENIAU	 Signé numériquement par : Isabelle DENIAU
§ 2.1, § 2.4.1, §2.4.2	J. RECARTE	 Signé numériquement par : Julien RECARTE
§ 2.6 (hors 2.6.4 et 2.6.5.2)	G.R. RAPAUMBYA	 RAPAUMBYA Guy-Roland
Chap.3, § 4.2.6 et §4.2.7	A. MARCHIOL	 Signé numériquement par : Marchiol Albert
§ 6.2	V. SCHNEIDER	 Signé numériquement par : Vincent SCHNEIDER Date : 2025.04.10 15:33:51 +02'00'

Vérificateurs

Chapitre(s) – Paragraphes(s)	Nom	Signature
Chap. 1, chap. 2 (hors § 2.1, § 2.4.1, §2.4.2), chap. 3, chap. 4, chap.9, chap. 10	J. RECARTE	 Signé numériquement par : Julien RECARTE
§ 2.1, § 2.2, § 2.5.1, § 2.7, § 4.2.6, § 4.2.7, § 6.2	I. DENIAU	 Signé numériquement par : Isabelle DENIAU
Chap.3	F. DURET	 Signé numériquement par : Franck Duret
§ 4.2, § 4.3 (hors § 4.2.6, § 4.2.7)	A. MARCHIOL	 Signé numériquement par : Marchiol Albert
Chap. 5, chap. 6, chap. 7	I. NACIRI	 Signature numérique de NACIRI-I
Chap. 5, chap. 6, chap. 7	V. TRIAUD	 Signature numérique de TRIAUD-V
Chap. 8	A. ARDILLIER	 Signé numériquement par : ARDILLIER-A
Chap. 8	E. AUBONNET	 Signé numériquement par : AUBONNET-E

Révisions

Ind.	Date	Modifications
A	Avril 2025	Création

Sommaire

Introduction	15
1.1 Objectifs	16
1.2 Les dispositions réglementaires régissant le contenu de ce rapport	17
1.3 Description de la couverture et des réseaux de gestion des effluents	18
Faits marquants de la surveillance du Centre et de son environnement	25
2.1 Modifications et travaux : principales évolutions	26
2.1.1 Faits marquants qui ont fait l'objet d'une demande d'autorisation à l'ASN (articles R. 593-55 à 58 du code de l'environnement)	26
2.1.2 Faits marquants qui ont fait l'objet d'une déclaration à l'ASN (articles R. 593-59 à 61 du code de l'environnement)	26
2.1.3 Dossiers de modification 2024 qui n'ont pas nécessité de demande d'autorisation ou de déclaration à l'ASN	26
2.1.4 Autres faits marquants 2024	26
2.2 Anomalies et incidents	28
2.2.1 Généralités	28
2.2.2 EIR en lien avec le critère n°10.1	28
2.2.3 EIE en lien avec le critère n°1.1	28
2.2.4 EIE en lien avec le critère n°4.1	29
2.2.5 EIE en lien avec le critère n°4.2	29
2.3 Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire	30
2.3.1 Inspection générale et maîtrise du risque de fraude	30
2.3.2 Inspection inopinée relative à la surveillance des rejets et de l'environnement	30
2.4 Audits internes	31
2.4.1 Audit à blanc de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité	31
2.4.2 Audit de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité	31
2.4.3 Audit interne relatif à la norme NF EN ISO/IEC 17025	31
2.5 Suivi des prestataires	31
2.5.1 Liste des principaux prestataires et cascade de sous-traitance	31
2.5.2 Suivi des prestataires	34
2.6 Maintenance et suivi des installations et ouvrages	36
2.6.1 Nettoyage et entretien du bassin d'orage	36
2.6.2 Entretien de la ventilation	36
2.6.3 Maintenance préventive et corrective des réseaux et matériels associés	36
2.6.4 Étalonnage, vérification de bon fonctionnement des débitmètres et des préleveurs automatiques	37

2.6.5	Systèmes informatiques	38
-------	------------------------	----

La surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche **39**

3.1	<i>Comportement physique de la couverture</i>	40
3.1.1	Suivi	40
3.1.2	Méthodes d'analyses des mouvements	43
3.1.3	Tassements et déplacements observés	44
3.1.4	Maintenance et contrôles : inspection visuelle de la couverture	60
3.2	<i>Conclusion sur le comportement physique de la couverture</i>	60

La surveillance des rejets et des réseaux **61**

4.1	<i>Introduction</i>	62
4.2	<i>Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau</i>	62
4.2.1	Généralités	62
4.2.2	Bilan des volumes écoulés à la CMG et au BDS : comparaison avec la pluviométrie	63
4.2.3	Evolution des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG	64
4.2.4	Bilan des volumes récupérés via les RSGE (BRS0 et BRS0BIS)	66
4.2.5	Suivi des écoulements dans les BRS raccordés au RSGE	69
4.2.6	Suivi des écoulements des BRS parasités par des infiltrations en bordure et raccordés au BRS0BIS	73
4.2.7	Suivi des écoulements dans les chambres de drainage – Comportement hydraulique de la couverture	74
4.2.8	Évaluation de la performance globale de la couverture	78
4.2.9	Conclusion	80
4.3	<i>Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)</i>	80
4.3.1	Généralités	80
4.3.2	Suivi radiologique des eaux pluviales	80
4.3.3	Suivi physico-chimique des eaux pluviales	82
4.3.4	Suivi radiologique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	83
4.3.5	Suivi physico-chimique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	83
4.3.6	Conclusion	84
4.4	<i>Suivi qualitatif du réseau des « effluents à risques » (BDS)</i>	84
4.4.1	Généralités	84
4.4.2	Suivi radiologique des effluents du BDS	85
4.4.3	Suivi physico-chimique des effluents du BDS	89
4.4.4	Conclusion	92
4.5	<i>Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)</i>	92
4.5.1	Généralités	92
4.5.2	Suivi radiologique au point de contrôle RP300 (CMED)	92
4.5.3	Suivi physico-chimique au point de contrôle RP300 (CMED)	93
4.5.4	Conclusion	93
4.6	<i>Suivi qualitatif du réseau de drainage profond (RD) et l'exutoire RD12</i>	93
4.6.1	Généralités	93
4.6.2	Suivi des effluents du RD12	94

4.6.3	Suivi radiologique des RD en amont de l'exutoire RD12	95
4.6.4	Conclusion	96
4.7	<i>Suivi qualitatif des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)</i>	96
4.7.1	Généralités	96
4.7.2	Suivi des effluents du BRS0	96
4.7.3	Suivi des effluents du BRS0bis	99
4.7.4	Conclusion	102
4.8	<i>Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires</i>	102
4.8.1	BRS en galeries ouest et centrale – exutoire BRS-OU	102
4.8.2	BRS en galerie est et sud – exutoire BRS-ES	103
4.8.3	BRS en amont du BRS0bis	104
4.8.4	Conclusion	104
4.9	<i>Contrôles croisés et analyses complémentaires</i>	104
4.9.1	Contrôles croisés sur les rejets du CSM	104
4.9.2	Analyses complémentaires	106

La surveillance atmosphérique 109

5.1	<i>Introduction</i>	110
5.2	<i>La pluviométrie</i>	112
5.2.1	Suivi des précipitations	112
5.2.2	Suivi radiologique des eaux de pluie	112
5.2.3	Suivi physico-chimique des eaux de pluie	113
5.2.4	Conclusion	114
5.3	<i>Suivi radiologique de l'air</i>	114
5.3.1	Contrôles radiologiques des poussières atmosphériques	114
5.3.2	Mesures du tritium atmosphérique	114
5.4	<i>Contrôles des végétaux de la couverture</i>	115
5.5	<i>Mesure de la radioactivité ambiante</i>	115
5.6	<i>Mesure des concentrations en radon</i>	117
5.7	<i>Analyses complémentaires</i>	117
5.8	<i>Conclusion</i>	117

La surveillance des eaux souterraines 119

6.1	<i>Présentation générale – principe de la surveillance</i>	120
6.1.1	Généralités	120
6.1.2	Programme de surveillance	122
6.2	<i>Suivi du niveau piézométrique</i>	125
6.2.1	La recharge	125
6.2.2	Les fluctuations piézométriques	129
6.2.3	Détermination des périodes hautes et basses eaux	129
6.2.4	Direction des écoulements	132
6.2.5	Pompages	132
6.2.6	Position de la nappe vis-à-vis des radiers des ouvrages de stockage	133
6.3	<i>Suivi de la qualité des eaux souterraines</i>	135

6.3.1	Résultats des analyses radiologiques courantes	135
6.3.2	Résultats des mesures de stratification	137
6.3.3	Résultats des analyses à bas seuil	139
6.3.4	Résultats des analyses physico-chimiques	140
6.3.5	Suivi de l'évolution de la concentration en tritium	141
6.3.6	Analyses complémentaires	155
6.4	Conclusion du suivi des eaux souterraines	155

La surveillance des ruisseaux 157

7.1	Présentation générale – principe de la surveillance	158
7.1.1	Bassins versants sous l'influence du CSM	158
7.1.2	Programme de surveillance	159
7.2	Surveillance des eaux des Roteurs	161
7.2.1	Suivi radiologique	161
7.2.2	Suivi physico-chimique	162
7.3	Surveillance des eaux du ruisseau du Grand-Bel	162
7.3.1	Suivi radiologique	162
7.3.2	Suivi physico-chimique	164
7.4	Surveillance des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	164
7.4.1	Volume écoulé au point de contrôle R6-10	164
7.4.2	Suivi radiologique	165
7.4.3	Estimation de la concentration volumique en tritium liée aux eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène	166
7.4.4	Suivi physico-chimique	167
7.5	Surveillance des sédiments des ruisseaux	168
7.5.1	Suivi radiologique	168
7.5.2	Suivi physico-chimique	169
7.6	Conclusion du suivi des ruisseaux	169

Estimation de l'impact radiologique des rejets 171

8.1	Méthode de calcul des impacts des rejets du CSM	172
8.1.1	Principes généraux	172
8.1.2	Groupe de référence, voies de transfert et voies d'exposition	173
8.1.3	Les données d'entrée	174
8.1.4	Les outils utilisés pour l'évaluation des impacts	175
8.2	Évaluation de l'impact radiologique des rejets	176
8.2.1	Évaluation de l'impact radiologique des rejets diffus	176
8.2.2	Évaluation de l'impact radiologique des rejets en mer	177
8.2.3	Évaluation de l'impact radiologique dans le Grand-Bel	177
8.3	Conclusion	178

Conclusion 179

Annexes 181

10.1	<i>Méthodologie des prélèvements</i>	182
10.1.1	Référentiels	182
10.1.2	Stratégie et programme d'échantillonnage	182
10.1.3	Matériels de prélèvements et de mesures <i>in situ</i>	183
10.1.4	Identification, conservation et transport	184
10.2	<i>Les laboratoires d'analyses</i>	185
10.3	<i>La préparation des échantillons</i>	186
10.3.1	Prétraitement sur les eaux	186
10.3.2	Prétraitement sur les solides	186
10.4	<i>Les techniques des laboratoires</i>	186
10.4.1	Méthodes pour les mesures radiologiques	186
10.4.2	Méthodes pour les mesures physico-chimiques	188
10.5	<i>Méthodologie pour le prélèvement et l'analyse tritium dans le cadre du suivi de la stratification</i>	189
10.6	<i>Rendu des résultats et interprétation</i>	189
10.6.1	Mesures radiologiques	189
10.6.2	Mesures physico-chimiques	190
10.7	<i>Protocole d'échange de données</i>	191
10.8	<i>Bilan des analyses 2024</i>	192
10.8.1	Nombre de prélèvements et d'analyses réalisés	192
10.8.2	Intégration des résultats dans le RNM	192
10.9	<i>Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2024</i>	194
10.9.1	Résultats du point de contrôle CMG	195
10.9.2	Résultats au point de contrôle BDS	201
10.9.3	Résultats du point de contrôle RP300	206
10.9.4	Résultats du point de contrôle RD12	208
10.9.5	Résultats du point de contrôle BRS0	210
10.9.6	Résultats du point de contrôle BRS0bis	213
10.9.7	Résultats du point de contrôle BRS-OU	215
10.9.8	Résultats du point de contrôle BRS-ES	217
10.9.9	Résultats du point de contrôle PH1	219
10.9.10	Résultats de la surveillance atmosphérique	221
10.9.11	Résultats des eaux souterraines	226
10.9.12	Résultats des eaux de surfaces	242
10.10	<i>Evolution de l'indicateur tritium dans la nappe au droit du Centre depuis 1996</i>	253
10.11	<i>Méthodologie d'estimation du calcul d'infiltration vers le massif géologique à travers la couverture en exploitant les mesures faites dans la nappe</i>	254
10.12	<i>Erratum bilan 2023</i>	255

Tables des illustrations	257
---------------------------------	------------

Références bibliographiques	263
------------------------------------	------------

Acronymes

Acronyme	Signification
AFNOR	Association française de Normalisation
AIP	Activité importante pour la protection
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
BAP	Bâtiment d'accueil du public
BCS	Bureau de contrôle et de surveillance
BDS	Bac du séparatif
BRS	Bac du réseau séparatif
CADHO	Calcul d'impact des Rn/Tc à l'
CMA	Concentration maximale admissible
CMED	Chambre de mesure des eaux de drainage
CMEE	Chambre de mesure des eaux d'exploitation
CMG	Chambre de mesure globale
COD	Carbone organique dissous
COT	Carbone organique total
CRED	Chambre de récupération des eaux de drainage
CREP	Chambre de récupération des eaux pluviales
CSA	Centre de stockage de l'Aube
CSM	Centre de stockage de la Manche
DAR	Dossier de demande d'autorisation de rejets
DBO	Demande biochimique en oxygène

Acronyme	Signification
DCE	Directive cadre sur l'eau
DCO	Demande chimique en oxygène
DDC	Dérivation drainage couverture
Dmb	Drain sur membrane
Dssmb	Drain sous membrane
EIE	Événement intéressant l'environnement
EIP	Élément important pour la protection
EIR	Événement intéressant la radioprotection
En	Écart normalisé
ETP	Évapotranspiration
ETR	Évapotranspiration réelle
FAP	Fiche d'actions et de progrès
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCT	Hydrocarbures totaux
INB	Installation nucléaire de base
INES	<i>International Nuclear and radiological Event Scale</i> (Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques)
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
ISO	<i>International standard organisation</i> (Organisme international de normalisation)
LAC	Laboratoire Andra du CSA
LQ	Limite de quantification
MA	Moyenne annuelle
MES	Matière en suspension
NGF	Nivellement Général de la France

Acronyme	Signification
NQE	Normes de qualité environnementale
PRS	Plan réglementaire de surveillance
PUI	Plan d'Urgence Interne
RD	Réseau de drainage profond
RDS	Rapport de sûreté
RD12	Puits de collecte du réseau de drainage
REX	Retour d'expérience
RGE	Règles générales d'exploitation du CSM
RN	Radionucléide
RNM	Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement
RSDE	Recherche et réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau
RSGE	Réseau séparatif gravitaire enterré
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SD	Seuil de décision (limite métrologique en deçà de laquelle l'incertitude de mesure est supérieure à 100 %)
SDI	Saison de drainage intense
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SICM	Système informatisé de centralisation des mesures
SMI	Système de management intégré
ZNS	Zone non saturée

1

Introduction

1.1	Objectifs	16
1.2	Les dispositions réglementaires régissant le contenu de ce rapport	17
1.3	Description de la couverture et des réseaux de gestion des effluents	18

1.1 Objectifs

En tant qu'exploitant du Centre de stockage de la Manche (INB n° 66), l'Andra effectue de nombreux contrôles et mesures sur le Centre et dans son environnement. La surveillance ainsi exercée doit permettre :

- d'évaluer l'impact du Centre sur son environnement ;
- de vérifier le respect des exigences réglementaires en matière de protection de l'environnement ;
- de s'assurer du respect des exigences édictées par l'ASN ;
- de détecter toute situation ou évolution anormale afin d'en localiser et d'en identifier les causes ;
- d'estimer les quantités de substances radioactives et chimiques susceptibles de migrer en dehors du stockage et d'en connaître les voies de transfert ;
- de quantifier l'impact du site en application de la méthode d'évaluation retenue pour la démonstration de sûreté.
- Le présent document constitue à la fois :
 - le rapport annuel demandé au chapitre III – article 22 de l'arrêté du 10 janvier 2003 autorisant l'Andra à poursuivre les rejets d'effluents liquides pour l'exploitation du CSM (1) ;
 - le rapport environnemental annuel mentionné à l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 (2) dont le contenu est détaillé dans le titre V chapitre III de l'arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n° 2013-DC-0360 du 16 juillet 2013 modifiée (3), relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base ;
 - le bilan interprétatif détaillé des résultats, pour l'année 2024, de la surveillance du Centre et de son environnement conformément aux prescriptions techniques notifiées par l'ASN (4).

Le programme de surveillance détaillé dans ce bilan est établi conformément aux exigences réglementaires rappelées au paragraphe 1.2.

Le rapport annuel de la surveillance fournit une synthèse détaillée de l'ensemble des observations effectuées au cours de l'année et intègre ces données dans une réflexion plus globale d'évolution (mise en perspective pluriannuelle des résultats dont ceux de l'état de référence présentés dans le dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance (5).

Ce document s'articule de la manière suivante :

Après un rappel des dispositions qui régissent son contenu et une description succincte des réseaux qui permettent de gérer les eaux collectées sur le Centre (cf. chapitre 1), le chapitre 2 présente une synthèse des principales évolutions du Centre au cours de l'année 2024. On y trouve successivement un rappel des faits marquants de l'année, où sont présentés les travaux effectués sur le Centre, les anomalies et incidents survenus au cours de l'année, un bilan du suivi des prestataires intervenant sur le Centre et une synthèse des principales opérations de maintenance.

Le chapitre 3 expose les résultats du contrôle vis-à-vis des comportements physiques de la couverture du CSM, qui a pour fonction de protéger les colis de déchets.

Le chapitre 4 présente les résultats de la surveillance des effluents liquides produits par le Centre *via* le suivi des réseaux de collecte et de rejets. Est ainsi présentée l'évolution des volumes, de leurs caractéristiques radiologiques et le cas échéant physico-chimiques. Ces mesures permettent entre autres de comptabiliser la radioactivité dans les rejets. La consommation d'eau du bâtiment des bassins est également donnée dans ce chapitre.

La surveillance des différents compartiments de l'environnement est présentée dans les chapitres 5 (compartiment atmosphérique), 6 (les eaux souterraines) et 7 (les eaux de surfaces). Les suivis radiologique, physico-chimique et écologique y sont exposés.

Le chapitre 8 est consacré à l'estimation de l'impact radiologique, résultant des rejets du Centre, sur l'homme et l'environnement.

Les conclusions globales de la surveillance du site et de son environnement sont synthétisées dans le chapitre 9.

La description des méthodes de prélèvement et d'analyses ainsi que l'expression des résultats d'analyses et l'intégralité des résultats des analyses 2024 figurent dans les annexes (cf. chapitre 10). Un erratum concernant le bilan de l'année 2023 (6) est également présenté dans ce chapitre.

1.2 Les dispositions réglementaires régissant le contenu de ce rapport

Ce bilan répond aux exigences du décret autorisant le passage du Centre en phase de surveillance (5) (art. 5 du décret 2003-30 du 10 janvier 2003, valant démantèlement), de l'arrêté définissant les règles de rejets (1) et des prescriptions techniques notifiées par l'ASN (4).

En récapitulant l'ensemble des observations effectuées au cours de l'année, ce rapport constitue avant tout un outil en termes de retour d'expérience et d'interprétation des données ; il permet en effet d'intégrer ces données dans une réflexion plus globale d'évolution, tant par rapport à l'état de référence du site, que par rapport à la réglementation en vigueur.

Ainsi, de façon synthétique :

- conformément à l'article 5.4 du décret n° 2003-30 du 10 janvier 2003 (7), ce rapport annuel concerne l'application du PRS du CSM (8) et présente l'interprétation des résultats obtenus ;
- conformément au chapitre III-article 22 de l'arrêté du 10 janvier 2003 (1), ce rapport annuel comporte les informations suivantes :
 - ✓ le rappel des dispositions du présent arrêté (seuils de rejet, contrôles des effluents, programme de surveillance) ;
 - ✓ l'état des rejets annuels (rejets concertés, rejets continus, répartition mensuelle en activité et en flux) et le bilan des mesures de surveillance réalisées sur les rejets et dans l'environnement. Ces informations sont accompagnées de commentaires nécessaires à leur bonne compréhension (localisation des points de mesure, comparaison avec les limites réglementaires...) ;
 - ✓ l'estimation des doses reçues par la population (irradiation externe et incorporation de radionucléides) ;
 - ✓ la description des opérations de maintenance des équipements et ouvrages intervenant dans le transfert d'effluents ;
 - ✓ la description des incidents ou anomalies de fonctionnement ayant fait l'objet d'une information ainsi que les mesures correctives prises par l'exploitant ;
 - ✓ la mise en perspective pluriannuelle des résultats, y compris ceux relatifs à l'état de référence de 1991 décrit dans le DAR (9) ;
 - ✓ la présentation des efforts réalisés par l'exploitant en faveur de la protection de l'environnement ;
 - ✓ les tableaux de résultats bruts, annexés à ce rapport.
- conformément aux prescriptions techniques (4), ce rapport constitue un bilan interprétatif détaillé des résultats de la surveillance du CSM et de son environnement. Il comporte, outre l'analyse des résultats de la surveillance du Centre et de son environnement en comparaison avec ceux de l'état de référence et des années précédentes, une synthèse des faits marquants relatifs à la surveillance, une synthèse concernant le comportement de la couverture et enfin une synthèse concernant les rejets du Centre.

Pour rappel, une grande partie de ces données et informations a déjà été transmise mensuellement, au cours de l'année, à l'ASN, via le registre réglementaire de surveillance et trimestriellement dans les comptes-rendus d'activité.

1.3 Description de la couverture et des réseaux de gestion des effluents

Afin de protéger l'homme et l'environnement contre les rayonnements ionisants et d'isoler les déchets contre les agressions externes qui peuvent être d'origines naturelle (intempéries, érosion, variations de températures, milieu salin, intrusion animale...) et humaine, une couverture, composée d'une succession de matériaux dont une membrane bitumineuse garantissant l'étanchéité, a été mise en place. La réalisation de cette couverture s'est échelonnée de 1991 à 1997 avec la fin de la pose de la membrane bitumineuse en 1995. Sa conception multi couches ainsi que le système de drainage mis en place sont rappelés Figure 1-1.

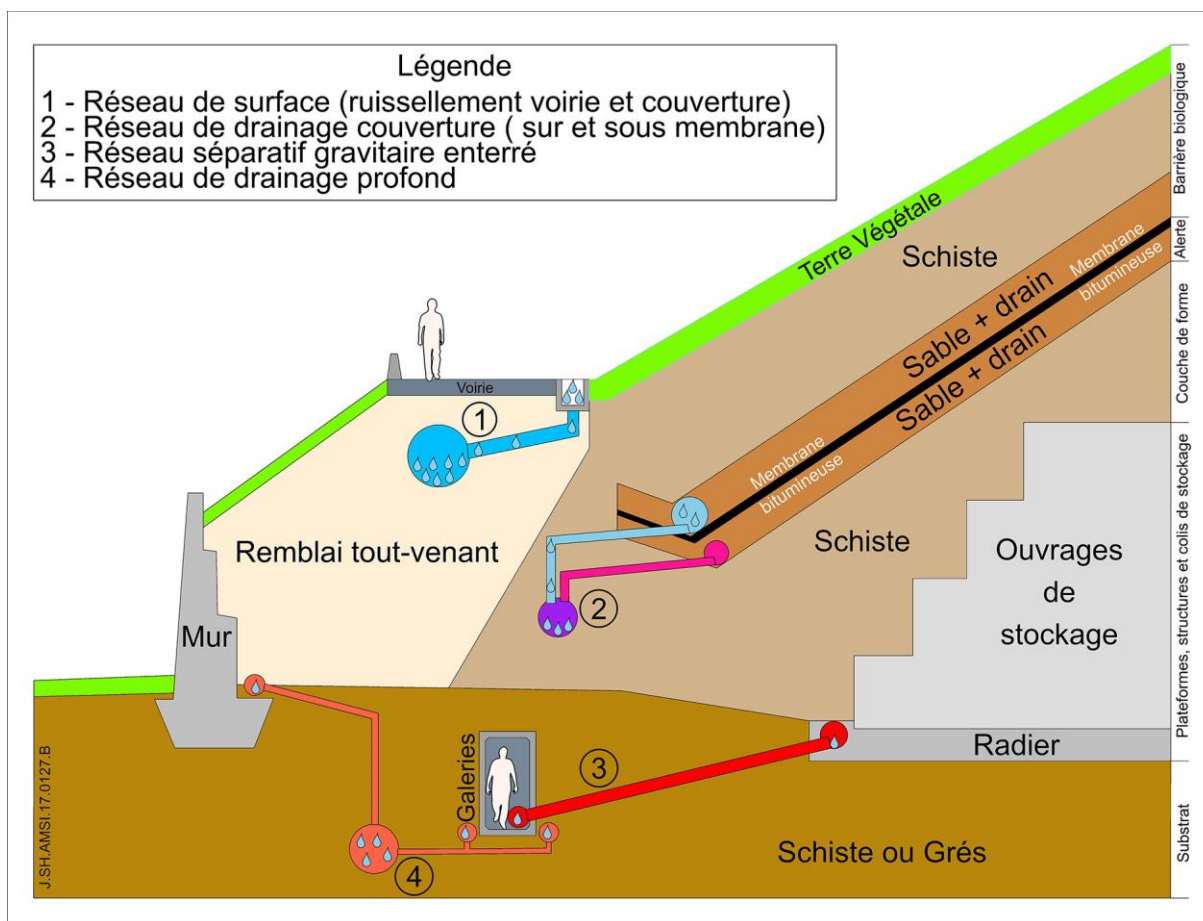


Figure 1-1 Représentation schématique de la couverture et des différents réseaux de gestion des effluents du CSM

Les eaux de pluie de ruissellement et infiltrées à travers la couverture sont gérées par différents réseaux. La configuration de ces réseaux est présentée en Figure 1-2. Ces réseaux peuvent être divisés en quatre catégories principales :

- un réseau de surface collectant les eaux pluviales : eaux de ruissellement de la couverture, eaux pluviales des zones du Bâtiment d'accueil du public (BAP) et des voiries (cf. Figure 1-3). Du fait de leur provenance, ces eaux pluviales ne présentent pas de risque de marquage radioactif en fonctionnement normal du CSM. Elles sont dirigées vers la chambre de mesure globale (CMG) puis rejetées sans traitement vers la Sainte-Hélène via les installations d'Orano Recyclage La Hague.

Sont donc orientées vers la CMG (cf. Figure 1-2) :

- ✓ les eaux de ruissellement de la couverture et les eaux de la zone du BAP après passage par la Chambre de récupération des eaux pluviales (CREP) ;

- ✓ les eaux de ruissellement provenant de la voirie ouest après passage par la Chambre de mesure des eaux d'exploitation (CMEE) ;
- ✓ les eaux de ruissellement provenant de la voirie Est dirigées directement vers la CMG ;
- ✓ une fraction de surverse des eaux issues du drainage de la couverture.
- un réseau de drainage sur et sous membrane (cf. Figure 1-3) collectant les eaux d'infiltration au travers de la couverture et drainées sur et éventuellement sous la membrane bitumineuse. Ces eaux sont regroupées au niveau de la Chambre (fosse) de récupération des eaux de drainage (CRED) et sont dirigées vers un bac inox (RP300), dans la CMG, *via* le canal de la Chambre de mesure des eaux de drainage (CMED) :
 - ✓ au niveau du bac inox se situe le point de mesure nommé historiquement RP300 et désigné comme tel dans la suite du document. Au vu du retour d'expérience, les eaux collectées par ce réseau présentent un risque de léger marquage en tritium (lié en partie à des transferts gazeux à partir des ouvrages de stockage) pour une gamme de très faibles débits ; au-delà de quelques m³/h, les résultats des mesures sont inférieurs aux seuils de décision (SD) ;
 - ✓ l'ensemble de ces eaux est géré au titre des « effluents à risque » ;
 - ✓ ainsi, les eaux de drainage couverture, provenant de la CMED sont, par conception, dirigées vers l'exutoire des « effluents à risque » c'est-à-dire le bac du séparatif (BDS) ;
 - ✓ lors de forts débits (>30 m³/h) au niveau de la CMED, il y a débordement du bac inox dans la fosse de la CMG de l'excédent des eaux de drainage de la couverture, dite surverse, qui rejoint donc les eaux pluviales.
- le réseau séparatif gravitaire enterré (RSGE) (cf. Figure 1-3), dont la vocation est de recueillir les effluents drainés et collectés à la base des ouvrages de stockage. Ces effluents présentent un risque de contamination radioactive et sont considérés comme des « effluents à risque ». Ils sont collectés *via* des BRS (bac du réseau séparatif, Figure 1-4) puis sont dirigés par gravité vers le bac BRS0. En amont du point BRS0, deux points de contrôle intermédiaires (BRS-OU et BRS-ES), disposés sur le collecteur du RSGE, permettent une surveillance sectorisée des deux branches du RSGE.

En 2011, l'Andra a détourné vers un réseau dédié appelé RSGEbis (cf. Figure 1-2 et Figure 1-3) les effluents provenant de trois ouvrages de stockage, P2, TBC-2, T33-2 dont les exutoires sont respectivement les BRS002, BRS149 et BRS114 (cf. Figure 1-4 et Figure 1-5). Le débit important au niveau de ces BRS et la faible activité radiologique des effluents conduisaient, par effet de dilution, à diminuer la représentativité du contrôle au niveau du point de contrôle BRS0. L'exutoire du RSGEbis a été nommé BRS0bis ;
- un réseau de drainage profond dit « RD » (cf. Figure 1-6), situé à la base des installations du CSM (murs de soutènement, galeries du RSGE, bâtiment des bassins, emprise sous-radier de certains ouvrages profonds). Bien que n'étant pas en contact direct avec les colis de déchets, les eaux collectées sont gérées au titre des « effluents à risque » et orientées vers le bac du séparatif (BDS).

Compte tenu de leurs origines et de leurs caractéristiques radiologiques, les eaux de ces quatre réseaux sont dirigées vers deux exutoires :

- la Chambre de mesure globale (CMG) par laquelle transitent les « eaux pluviales », destinées à être rejetées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène, *via* les installations d'Orano Recyclage La Hague ;
- le Bac du séparatif (BDS) par lequel transitent les « effluents à risque », destinés à être rejetés en mer, *via* les installations d'Orano Recyclage La Hague.

Pour information, le réseau de collecte des eaux usées domestiques du bâtiment des bassins, raccordé également au point BDS, ne fait pas l'objet d'un suivi spécifique compte tenu du faible volume (moins de 1 % du volume rejeté), de la nature et de la provenance de ces effluents (douches, lavabos...).



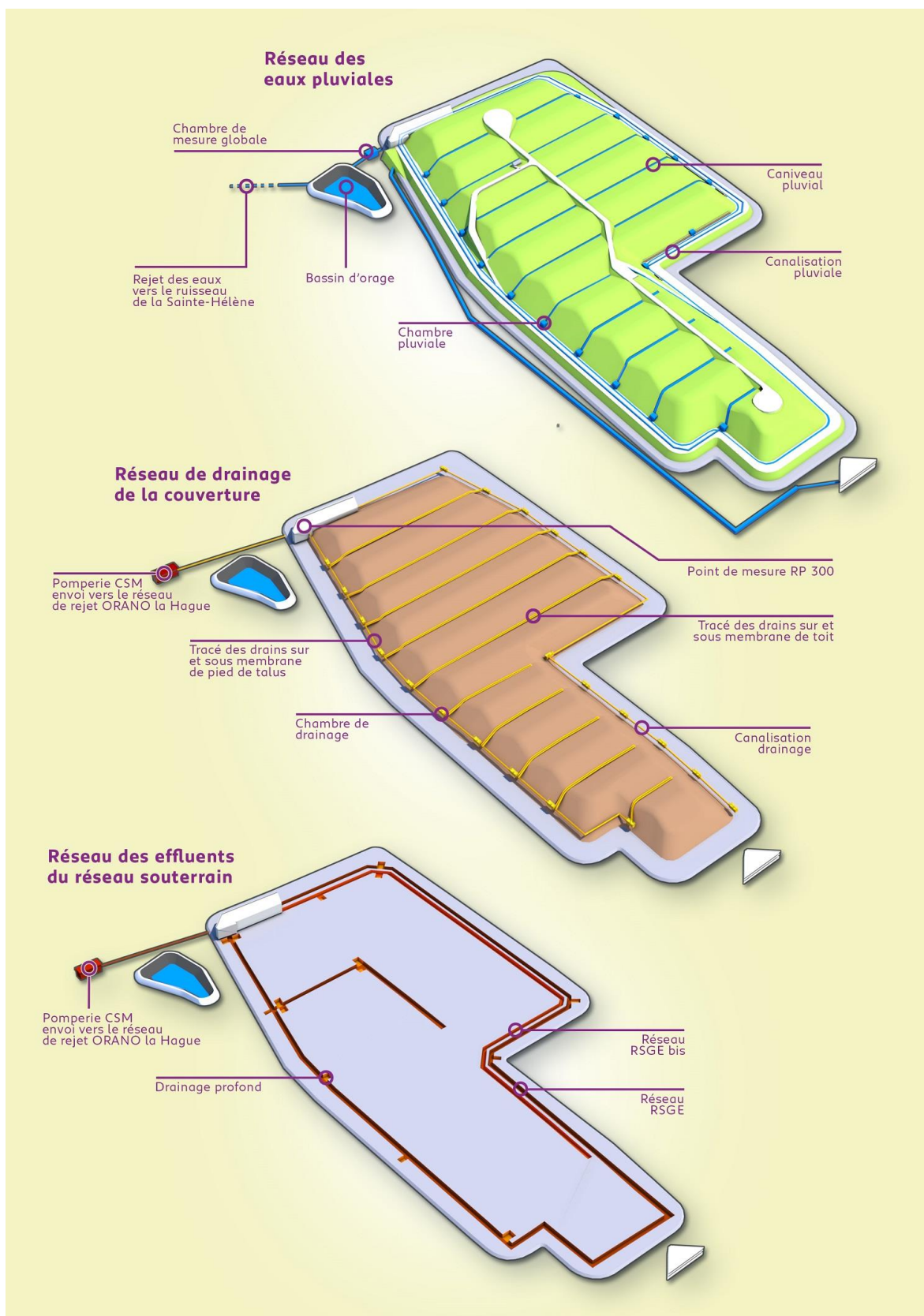


Figure 1-3

Représentation des réseaux de collecte de surfaces (pluviaux et réseau de drainage de la couverture) et réseaux profonds

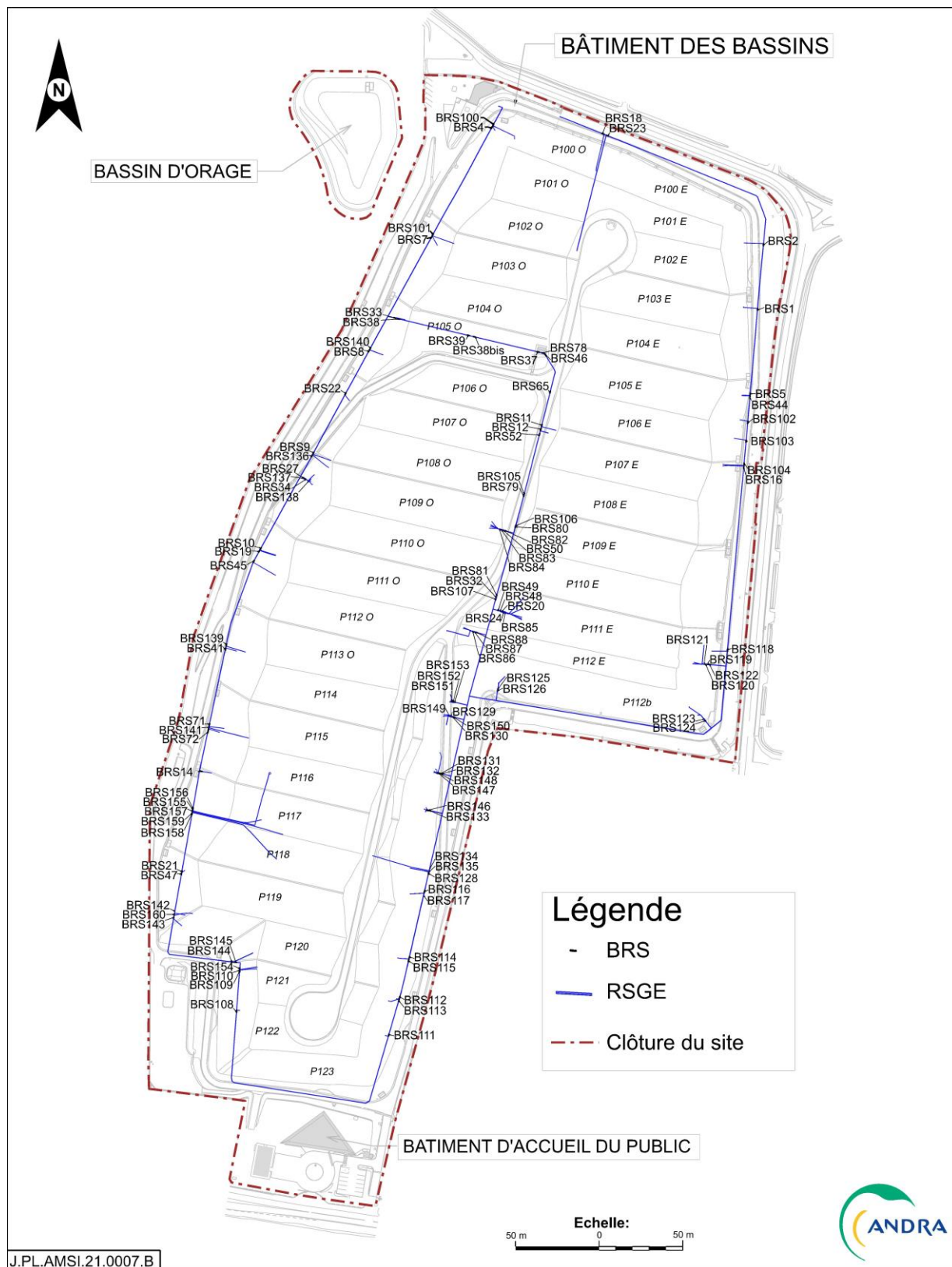


Figure 1-4

Localisation des BRS

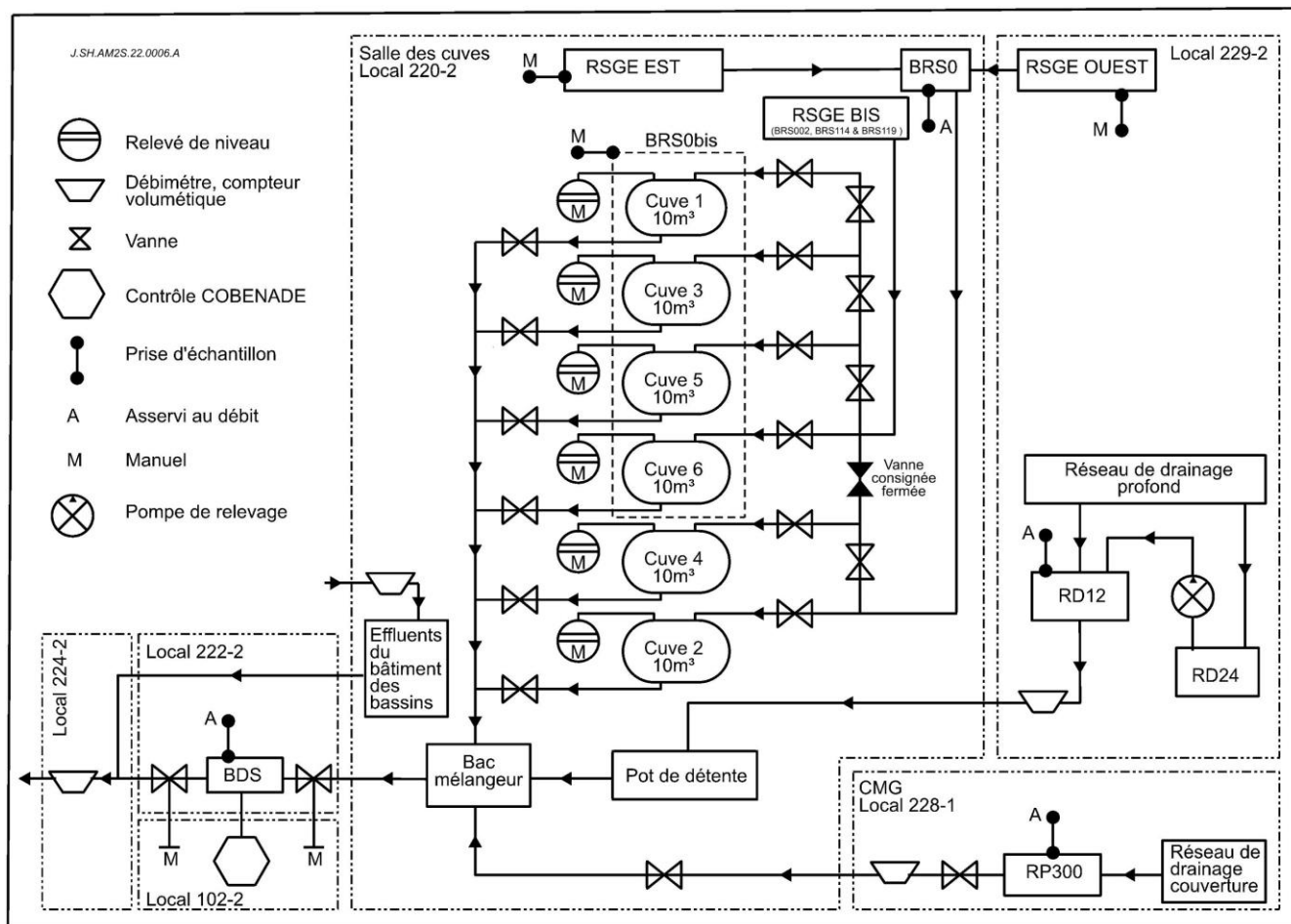


Figure 1-5 Schéma du cheminement des « effluents à risques »

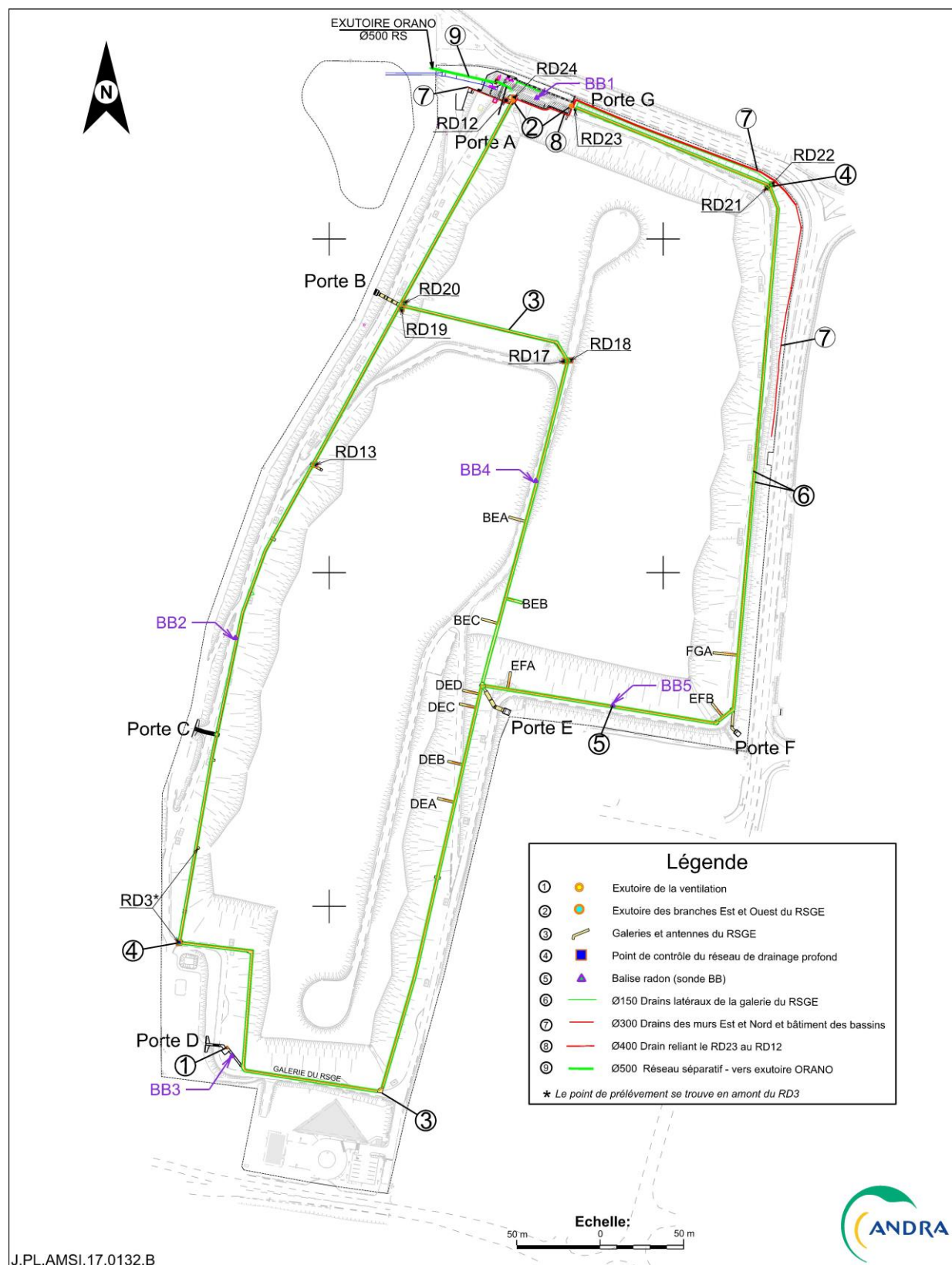


Figure 1-6 Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et exutoires des branches est et ouest du RSGE

2

Faits marquants de la surveillance du Centre et de son environnement

2.1	Modifications et travaux : principales évolutions	26
2.2	Anomalies et incidents	28
2.3	Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire	30
2.4	Audits internes	31
2.5	Suivi des prestataires	31
2.6	Maintenance et suivi des installations et ouvrages	36

2.1 Modifications et travaux : principales évolutions

2.1.1 Faits marquants qui ont fait l'objet d'une demande d'autorisation à l'ASN (articles R. 593-55 à 58 du code de l'environnement)

Sans objet pour l'année 2024.

2.1.2 Faits marquants qui ont fait l'objet d'une déclaration à l'ASN (articles R. 593-59 à 61 du code de l'environnement)

Sans objet pour l'année 2024.

2.1.3 Dossiers de modification 2024 qui n'ont pas nécessité de demande d'autorisation ou de déclaration à l'ASN

Ne sont présentées de manière détaillée que les modifications ayant un intérêt dans le cadre du bilan de la surveillance, les autres modifications sont identifiées et listées dans les comptes-rendus trimestriels, ainsi que le prévisionnel.

Tableau 2-1 Synthèse des principales modifications initiées ou réalisées en 2024

Intitulé de la modification	EIP	Classification de la modification	Réalisation
Révision des RGE et du PUI pour intégrer : <ul style="list-style-type: none"> La réorganisation partielle du CSM ; L'évolution de la décision 2015-DC0508 relative à la gestion des déchets (RGE uniquement). 	-	Non-notable	01/03/2024 Information par courrier DIGE/CM/24-0067 du 01/03/2024 pour les RGE Information par courrier DIGE/CM/24-0124 du 08/04/2024 pour le PUI.
Amélioration de l'isolement électrique dans les galeries du RSGE	-	Non-notable	Phase démantèlement réalisée en 2024, installation prévue au premier semestre de 2025.

2.1.4 Autres faits marquants 2024

2.1.4.1 Forage de nouveaux piézomètres

Afin d'améliorer la connaissance de la géologie et de l'hydrogéologie à l'aval du CSM et de consolider son modèle hydrogéologique, l'Andra a fait réaliser 4 piézomètres supplémentaires dans la zone extérieure nord à nord-ouest du CSM en complément de l'abandon 1 an après leur création d'un piézomètre (PO168) défectueux.

Cette action correspond par ailleurs à une proposition de création de piézomètres faite par l'Andra à l'IRSN lors de l'instruction du réexamen de sûreté 2019 du CSM.

Pour mémoire, l'IRSN a retenu l'observation suivante dans son rapport IRSN n° 2022-00030 : OBS-IRSN-5 « *L'IRSN estime que l'Andra devrait implanter des piézomètres supplémentaires dans le secteur nord en vue d'améliorer la connaissance des directions d'écoulement vers les ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand-Bel ainsi que le suivi du marquage en tritium dans ce secteur. Les résultats pourraient être présentés dans les bilans annuels de surveillance* ».

L'objectif principal de cette campagne de quatre forages est d'améliorer la connaissance des écoulements de la nappe entre les ruisseaux de la Sainte Hélène et du Grand-Bel. Ces forages permettront pour la zone extérieure nord à nord-ouest de :

- Disposer de quatre nouveaux piézomètres qui permettront de préciser les directions d'écoulement des eaux de la nappe ;
- Caractériser les propriétés hydrodynamiques de l'aquifère.

Au-delà de ces objectifs, différentes opportunités d'acquisition de connaissances géologiques via l'accès à ces forages ont été identifiées. L'objectif est de disposer de caractérisations géologiques en support :

- Aux interprétations hydrogéologiques ;
- À la consolidation du modèle géologique.

et d'obtenir des échantillons de roches pour des besoins d'études complémentaires (études géochimiques sur la rétention des radionucléides...).

Les 4 nouveaux piézomètres extérieurs au CSM (PO181-182-183-184) et déclarés à la préfecture de la Manche (déclaration DIOTA-230331-144724-933-833) ont été implantés aux termes de travaux de forages réalisés à l'automne 2024. Ces ouvrages sont à ce jour fonctionnels et sont intégrés au suivi hydrogéologique de la nappe phréatique.



Figure 2-1 Photographies des piézomètres PO183 et PO182

2.1.4.2 Carottages d'investigation de la faille F2

Dans le cadre du réexamen de sûreté de 2019, l'IRSN a interrogé l'Andra sur la présence éventuelle de failles actives à proximité du site capables d'engendrer des ruptures de surface.

Dans ce cadre, l'Andra a préparé la réalisation d'un carottage nominal incliné à 45° et un carottage optionnel incliné à 60°/horizontale avec mesure de gamma ray, imagerie de paroi et mesure de trajectoire. Le carottage incliné optionnel ne serait fait que si la récupération d'argile à la traversée de la faille est jugée insuffisante lors du carottage nominal ; il n'a in fine pas été réalisé.

Le carottage d'investigation de la faille F2 s'est déroulé sur la période fin septembre / début octobre 2024 ; il a permis de recouper la faille et d'extraire des matériaux en cours d'expertise. L'ensemble des carottes prélevées, tant pour les forages des piézomètres que pour cette investigation, ont été expertisées et sont conservées par l'Andra.



Figure 2-2 Photographies carottage d'investigation

2.2 Anomalies et incidents

2.2.1 Généralités

Les anomalies et incidents survenus sur le site du CSM donnent lieu à une déclaration (ou information) auprès de l'ASN selon la procédure de déclaration (10). Ces déclarations sont classées selon les critères de l'échelle INES en fonction de leur gravité.

En 2024, aucun évènement significatif n'est à signaler. Cinq événements intéressants, relevant d'une information, ont été constatés en lien avec un manquement vis à vis prescriptions réglementaires, quatre concernant l'environnement et un la radioprotection. Ces écarts ont été classés au niveau zéro de l'échelle INES, ce qui signifie qu'ils n'ont eu aucun impact sur la population, l'environnement et la sûreté.

L'analyse des causes et l'analyse des conséquences, ainsi que les actions qualité qui en découlent, sont traitées dans des fiches d'action et de progrès (FAP) du SMI.

Une description succincte de ces informations ainsi que les mesures prises par l'exploitant sont synthétisées dans les paragraphes ci-après.

2.2.2 EIR en lien avec le critère n°10.1

Le critère EIR n°10.1 correspond à un « Autre évènement susceptible d'affecter la radioprotection » défini dans le paragraphe 3.3 de notre procédure de déclaration ou d'information d'évènement (10).

Cet évènement déclaré le 30 janvier 2024 concerne le retard de vérification de l'étalonnage d'un appareil dédié à la mesure de l'énergie alpha potentielle des descendants solides à vie courte du radon (MEAP). Ces appareils sont utilisés pour l'accès aux chambres de drainage et pour certaines situations dans les galeries RSGE. Le retard de vérification de l'appareil n'a pas eu de conséquence sur la protection des travailleurs ; en effet cet appareil était en étalonnage chez le fournisseur et ne pouvait donc pas être utilisé. De ce fait, cette non-conformité réglementaire n'a pas eu d'impact sur la qualité et la maîtrise des activités de surveillance radiologique dans les installations de l'Andra dont notamment la santé et la sécurité des intervenants en zone réglementée.

2.2.3 EIE en lien avec le critère n°1.1

Le critère EIE n°1.1 correspond au « Non-respect des modalités de rejets d'effluents chimiques ou radioactifs (hors vérification et contrôle) sans impact significatif sur l'environnement » défini au § 3.4 de notre procédure de déclaration ou d'information d'évènement (10).

L'évènement déclaré le 6 septembre 2024 concerne l'absence d'autorisation d'Orano R. avant le transfert d'effluents du RSGEbis. En effet, les effluents liquides du CSM sont transférés à l'établissement Orano R. qui procède à leur rejet dans l'environnement. Les modalités de transfert sont décrites dans le protocole de gestion des eaux entre Andra et Orano La

Hague (11), en application de l'arrêté rejet du CSM (1). L'absence d'accord présente un non-respect du point II de l'article 10 de l'arrêté (1) et du paragraphe 3.3 du protocole (11).

Toutefois, conformément au point I de l'article 14 du chapitre IV de l'arrêté rejet (1), les effluents ont bien fait l'objet d'une mesure continue des activités bêta et gamma globales au niveau du BDS avant transfert à Orano, et le niveau d'activité de ces effluents est bien connu. Compte tenu de l'origine de ces effluents (principalement issus d'infiltration d'eau de pluie), les paramètres radiologiques et physico-chimiques définis au § 5.2 de la convention (11) sont bien respectés.

Compte tenu du respect des limites réglementaires et de la nature des effluents, cet écoulement en continu est sans conséquence sur les intérêts protégés.

2.2.4 EIE en lien avec le critère n°4.1

Le critère EIE n°4.1 correspond à un « Défaut au programme et aux modalités réglementaires de surveillance des effluents et de l'environnement à la suite de l'indisponibilité de matériel de surveillance, sans impact significatif sur l'environnement » défini au § 3.9.4 de notre procédure de déclaration ou d'information d'évènement (10).

L'évènement déclaré le 20 novembre 2024 concerne l'estimation des volumes écoulés à la CMG du 16 au 22 octobre 2024.

Les eaux pluviales du CSM sont transférées à l'établissement Orano R via la canalisation de transfert située dans la CMG. Conformément au protocole de gestion des eaux entre Andra et Orano La Hague (11), une mesure en continu des débits écoulés est réalisée afin d'en déduire le volume transféré via la canalisation de la CMG. Du 16 au 22 octobre, les enregistrements des volumes de la CMG au SICM n'ont pas fonctionné du fait de l'indisponibilité de l'enregistreur papier des débitmètres DN300 et DN1200 de la CMG.

Le volume écoulé à la CMG sur cette période a toutefois pu être estimé à partir des données de pluviométrie, des données obtenues via le débitmètre de la CMEE ainsi que celles obtenues via le débitmètre de la CMED.

Aussi, compte tenu du respect des contrôles des effluents au point de rejet des effluents pluviaux, le défaut d'estimation des volumes sur cette période est sans conséquence sur les intérêts protégés.

2.2.5 EIE en lien avec le critère n°4.2

Le critère EIE n°4.2 correspond à un « Défaut au programme et aux modalités réglementaires de surveillance des effluents et de l'environnement hors indisponibilité de matériel, sans impact significatif sur l'environnement » défini au § 3.4 de notre procédure de déclaration ou d'information d'évènement (10).

2.2.5.1 Absence de mesure de potassium au point de contrôle DP27

Le premier évènement, déclaré le 5 février 2024, concerne la non-réalisation d'une mesure de potassium au point de contrôle DP27, correspondant aux eaux pompées dans la nappe au niveau de l'installation EVT-7 située sur le site d'Orano Recyclage. En effet, les données de la surveillance de ce point de contrôle sont fournies à l'Andra dans le cadre de la convention d'échanges de données entre les deux établissements (12). Or le résultat de la mesure potassium n'a pas pu être fourni pour le registre du mois de novembre 2023, l'analyse n'ayant pas été réalisée par Orano.

Compte tenu du REX, il a été démontré que cet évènement n'a pas de conséquence sur l'environnement.

2.2.5.2 Perte d'un filtre de la surveillance atmosphérique

L'évènement déclaré le 12 août 2024 concerne la perte d'un filtre de prélèvement atmosphérique du 17 juillet 2024. La surveillance atmosphérique du CSM se fait via le prélèvement des poussières au travers d'un média filtrant qui est analysé par le laboratoire de l'Andra (LAC). Les filtres sont envoyés chaque semaine par un transporteur. Lors d'un transport, la glacière contenant le filtre a été ouverte, un filtre a été perdu et n'a donc pas pu être analysé (cf. Tableau 10-39).

Compte tenu de l'absence de rejet gazeux et du REX des résultats, il a été démontré que cet évènement n'a pas de conséquence sur l'environnement et la population.

2.3 Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire

Dans le cadre de ses attributions liées à la surveillance et au contrôle des installations nucléaires de base, les représentants de l'ASN ont mené deux inspections en 2024.

2.3.1 Inspection générale et maîtrise du risque de fraude

Le 11 juillet 2024, l'ASN a effectué une inspection sur le Centre sur le thème « Inspection générale et maîtrise du risque de fraude ».

A l'issue de cette inspection, l'inspecteur considère que l'organisation définie et mise en œuvre par le Centre permet de répondre de manière globalement satisfaisante au risque de fraude. En effet, le CSM décline via la définition d'exigences applicables aux EIP et aux AIP, et leur prise en compte dans le SMI, les exigences organisationnelles applicables à la prévention, à la détection et au traitement des fraudes définies dans l'arrêté du 7 février 2012 (2). Par ailleurs, l'ANDRA a identifié ce thème au titre des risques stratégiques à l'échelle de l'agence, et met en œuvre des orientations globales de maîtrise du risque. De plus, l'examen de l'intégrité des données n'a pas révélé d'écart.

Toutefois, les inspecteurs relèvent notamment que l'exploitant devra consolider les éléments constituant l'analyse du risque de fraude applicable au CSM et expliciter au sein du référentiel interne les dispositions spécifiques mises en œuvre, notamment vis-à-vis des intervenants extérieurs.

L'Andra a pris les dispositions nécessaires pour traiter les demandes de l'ASN et a détaillé les réponses à la lettre de suite de cette inspection dans un courrier envoyé le 16 septembre 2024.

2.3.2 Inspection inopinée relative à la surveillance des rejets et de l'environnement

Le 19 novembre 2024, l'ASN a effectué une inspection inopinée sur le Centre ; les inspecteurs ont fait procéder, en vue d'analyses radiologiques et chimiques, à la réalisation de prélèvements d'échantillons en plusieurs points du site et de son environnement. Ce type d'inspection a pour but de contrôler le respect des prescriptions de l'arrêté de rejet (1).

Le geste technique de prélèvement a été effectué par l'exploitant sous le contrôle des inspecteurs. Les prélèvements ont été partitionnés en trois échantillons. Un premier, destiné à être analysé par l'exploitant, un second destiné à être analysé par un laboratoire tiers (Subatech) et un troisième pouvant servir de contre-expertise en cas de désaccord sur les résultats d'analyses. Les échantillons destinés au laboratoire ainsi que ceux servant de contre-expertise ont été scellés en présence des inspecteurs.

Les résultats d'analyses du laboratoire du CSA ont été transmis à l'ASN le 19 décembre 2024. Un envoi complémentaire concernant les résultats de mesure de ^{36}Cl par le laboratoire Eichrom a été effectué le 7 janvier 2025.

Les résultats obtenus par les laboratoires mandatés par l'Andra et celui mandaté par l'ASN sont similaires ; quelques écarts attribuables aux différences de techniques de mesures ou à des résultats proches des seuils de décision engendrant une plus grande incertitude sont toutefois relevés. Tous les résultats se situent dans la plage des valeurs habituelles et sont conformes aux seuils de rejets réglementaires.

L'Andra a pris les dispositions nécessaires pour traiter les demandes de l'ASN et a détaillé les réponses à la lettre de suite de cette inspection dans un courrier envoyé le 19 décembre 2024.

2.4 Audits internes

2.4.1 Audit à blanc de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité

L'objectif de cet audit interne était de vérifier le respect des dispositions prises par l'ANDRA afin de satisfaire aux exigences normatives ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 et dans une moindre mesure à l'ISO 19443.

Le système de management de l'agence dispose d'un système de management intégré mature et robuste qui répond aux exigences des référentiels observés. Les processus sont particulièrement bien portés par les pilotes appuyés par les ingénieurs SMI et s'interfaçent entre eux, même si certains processus sont en cours de modification (Processus P2) ou bien encore doivent faire l'objet de mises à jour (Processus P6).

Sur l'approche de l'ISO 19443, il est noté une amélioration quant à la définition des dispositions de remontée des irrégularités à l'ASN, et le développement de l'acculturation en matière de protection des intérêts

Les implantations auditées sont : le Siège à Châtenay-Malabry du 01.07 au 03.07.2024, le CSM à La Hague du 04 au 05.07.2024, ainsi que le CMHM à Bure du 17 au 18.07.2024.

2.4.2 Audit de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité

Le CSM n'a pas été sollicité pour la tenue de l'audit triple certification cette année.

2.4.3 Audit interne relatif à la norme NF EN ISO/IEC 17025

L'audit interne annuel a eu lieu les 8 et 9 octobre 2024 sur le site du CSM. Cet audit permet de vérifier par un organisme externe l'application et la conformité des activités du CSM, concernant la surveillance de l'environnement et des rejets, aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 (13).

La mise en œuvre de ces audits permet au CSM d'identifier des axes d'améliorations, d'assurer la fiabilité et la précision des résultats, et de démontrer son engagement envers la qualité.

Lors de cet audit, une non-conformité mineure concernant la qualité documentaire a été identifiée, mais elle a pu être résolue avant la finalisation du rapport d'audit. En ce qui concerne la partie technique, une opportunité d'amélioration et un point fort ont été mis en évidence.

En conclusion, la capacité organisationnelle et technique du CSM à réaliser ses activités de surveillance de l'environnement et des rejets dans le respect des exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 (13) est satisfaisante.

2.5 Suivi des prestataires

2.5.1 Liste des principaux prestataires et cascade de sous-traitance

Pour la gestion des activités du Centre (surveillance, maintenance des équipements ...), l'Andra fait appel à des entreprises sous-traitantes dont la liste des principaux prestataires, pour l'année 2024, est donnée dans le Tableau 2-2 ci-après.

Cette liste recense les prestataires qui sont identifiés à « enjeux » pour la réalisation des activités du CSM.

Tableau 2-2 Liste des principaux prestataires du CSM en 2024

Prestataires <i>Sous-traitant rang 1</i>	Activité
ALGADE	Laboratoire d'analyses radiologiques sur le radon / Prestataire de maintenance des appareils de radioprotection liés à la mesure du radon et au préleveur atmosphérique
APAVE	Prestataire en charge des contrôles réglementaires externes en radioprotection et des contrôles réglementaires électriques, contrôle réglementaire du séparateur d'hydrocarbures Prestataire en charge des audits de certification ISO 9001- ISO14001- ISO45001 Prestataire en charge de diagnostics divers sur infrastructures
ASPECT	Laboratoire d'analyses physico-chimiques
AUTO BILAN RESEAUX	Inspection caméra de réseaux
BCM FOUDRE	Prestataire de contrôle de bon fonctionnement des systèmes de protection contre la foudre du BAP et de la station météo
CAPGEMINI	Prestataire en charge de la maintenance informatique de la base de données DESIREE, création de tableurs de calcul
CAUVIN TP	Terrassements des piézomètres
CETIAT	Prestataire de métrologie pour l'étalonnage Cofrac des sondes de température et d'hygrométrie et divers étalonnages d'appareils
CG3N OMEXOM	Prestataire de maintenance du SICM, modules KEP, tests dialogue balises
CHALLANCIN	Gardiennage et surveillance du Centre
DEKRA	Vérification d'appareils et accessoires de levage
DESAUTEL	Prestataire en charge de la vérification annuelle des extincteurs ; remplacements de matériels
EGIS	Exploitation de données piézométriques, suivi hydraulique, étude géostatistique
ENDEL Cherbourg	Prestataire en charge des maintenances électriques
EUROFINS EICHROM	Analyses radiochimiques bas seuil
FONDOUEST NORMANDIE GEOM FRANKEAU	Forages des nouveaux piézomètres et sondage géologique. Sondage géologique + 1 forage Foration préalable au marteau fond de trou + finition 2 forages
FRAMATOME SEMA/FRAMATOME ARC	Maintenances correctives et préventives des collecteurs du RSGE
GEODIS	Prestataire en charge des levés topographiques des lignes des piquets et des cibles

Prestataires	Activité
<i>Sous-traitant rang 1</i>	
GIOT Alexis	Destruction de nid de guêpes
Hague Energie Dalkia	Prestataire en charge de la maintenance électrique générale, de la centrale Argon CO ₂ , du système de vidéosurveillance des systèmes de ventilations et de climatisation, et des onduleurs
IMT TRANSFERT (SUBATECH)	Analyses radiologiques
INTERA <i>Cabinet REILE VOUTTA</i>	Suivi hydraulique et tests hydrauliques durant la réalisation des forages des nouveaux piézomètres
MC INDUSTRIE	Curage réseaux et séparateur hydrocarbures
MESSER	Fournisseur de gaz industriels Argon / CO ₂ et matériels associés
MIRION TECHNOLOGIES - CANBERRA	Maintenance des appareils de radioprotection
MOKILI Consulting	Prestataire en charge de l'audit du référentiel NF EN ISO/CEI 17025
NOYON	Prestataire en charge des transports des échantillons et matériels
OCEANE TELECOM	Prestataire en charge de la maintenance des équipements du système de communication par radio
ONET	Prestataire en charge du nettoyage des locaux
ORANO CYCLE LA HAGUE	Prestataire en charge d'analyses radiologiques et de mesure d'exposition, du lavage de linge de zone
<i>HAGUE ENERGIE</i>	Exploitant en charge de la gestion des effluents et de la maintenance du bassin d'orage Prestataire en charge de la maintenance du bassin d'orage
ORANO DS LA HAGUE	Prestataire en charge de l'exploitation, du suivi et du contrôle des installations et de la réalisation des prélèvements et des suivis hydrogéologiques. Prestation d'assistance suivi radiologique pour la réalisation des forages S2 2024
ROUGE VIF EVENTS	Accompagnement visites et évènementiel
SDEC	Prestataire en charge de la maintenance des barboteurs tritium ; consommables divers (barboteurs)
SEISTER	Prestation de conseil et expertise failles, prestation géotechnique.
SELCA	Installations et raccordements électriques
SEMM LOGGING	Inspection vidéo suite aux forages des nouveaux piézomètres
SEO ETANCHEITE	Inspections, réparations éléments de bâtiments

Prestataires	Activité
<i>Sous-traitant rang 1</i>	
SIEMENS	Prestataire en charge de la maintenance du système de détection automatique incendie – rénovation du SSI
SOBATEC	Divers travaux de maintenance/réparations
SOMESCA	Etalonnages de débitmètres
SOVAGIC	Gestionnaire de la zone industrielle de Digulleville, location de parcelles pour la réalisation d'essais.
TMD CONSEIL	Prestataire en charge de la fonction de Conseiller sécurité de transport (CST)
TRESCAL	Prestataire de métrologie pour l'étalonnage Cofrac de débitmètres
VALLOIS NORMANDIE	Prestataire en charge de l'entretien des espaces verts et autres aménagements paysagers
<i>Les territoires de la Hague</i>	Sous-traitance en charge du broyage des ronces et des ajoncs
VEOLIA RECYCLAGE VALORISATION NORMANDIE	Prestataire en charge de la collecte des déchets conventionnels
WSP	Prestataire en charge d'études relatives à la couverture du CSM

2.5.2 Suivi des prestataires

L'Andra est responsable de l'ensemble des activités exercées sur le Centre. À ce titre, et conformément à l'arrêté INB du 7 février 2012 (2), elle contrôle la qualité des prestations réalisées par des entreprises extérieures. Cette surveillance est déclinée au travers d'un programme d'audits et d'inspections techniques défini en début de chaque année. Ce programme est établi en fonction d'un programme pluriannuel, pouvant également être alimenté par le bilan du programme de surveillance de l'année précédente, les dysfonctionnements détectés au cours de l'année passée et les prestations envisagées pour l'année concernée.

2.5.2.1 Audits des prestataires

En 2024, l'Andra a mené trois audits relatifs à la mise en œuvre des exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 « exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » version 2017 (13).

Les prestataires concernés étaient :

- le laboratoire Andra CSA pour la prestation de réalisation des analyses radiologiques courantes dans le cadre de l'application du plan réglementaire de surveillance du CSM (8). Cet audit s'est déroulé les 21 et 22 novembre 2024 et a été réalisé par la société ACTII POLYMONT. L'audit est jugé satisfaisant ;
- le laboratoire ASPECT pour la prestation de réalisation des analyses physico-chimiques des effluents liquides et des matrices environnementales dans le cadre de l'application du plan réglementaire de surveillance du CSM (8). Cet audit s'est déroulé le 29 octobre 2024 et a été réalisé par la société MOKILI Consulting. L'audit est jugé satisfaisant.
- la société Orano DS en charge de la réalisation des prélèvements dans le cadre de l'application du plan réglementaire de surveillance du CSM (8). Cet audit s'est déroulé les 9 et 10 octobre 2024 et a été réalisé par la société MOKILI Consulting. L'audit est jugé satisfaisant.

2.5.2.2 Surveillance des prestataires

La surveillance des prestataires est assurée par des inspections. Ces inspections permettent de vérifier la bonne exécution des cahiers des charges, la conformité des prestataires aux normes et à la réglementation en vigueur, le respect des exigences et de la fourniture de livrables.

Par cette surveillance, l'Andra s'assure que les procédures, modes opératoires et consignes sont bien appliqués et notamment la réalisation des contrôles techniques confiés au prestataire. Ces inspections font l'objet de visites de terrain ciblées.

Les inspections réalisées en 2024 sont présentées dans le Tableau 2-3. Les inspections ont été jugées satisfaisantes ou plutôt satisfaisantes.

Tableau 2-3 Synthèse des inspections prestataires du CSM pour 2024

Prestataire	Activités	Thèmes des inspections	Conclusion
ORANO DS	Exploitation du bureau de contrôle et de surveillance (BCS)	8 inspections relatives aux diverses activités de prélèvements et de suivi de l'installation	Satisfaisant à plutôt satisfaisant
ASPECT	Prélèvements d'échantillons de l'environnement	Prélèvement de sédiments	Satisfaisant
ALGADE	Prestataire de maintenance d'appareils de mesure radiologique et de prélèvements	Vérification métrologique de la station de prélèvements aérosols	Satisfaisant
HAGUE ENERGIE DALKIA	Maintenance électrique générale	2 inspections : 1 relative à l'opération de coupure Haute-tension et 1 concernant la vérification par sondage lors des contrôles techniques sur EIP N°3 « ventilation du bâtiment des Bassins et des galeries du RSGE » (ET 46 et AIP 12)	Satisfaisant à plutôt satisfaisant
FRAMATOME ARC	Maintenance des collecteurs du RSGE	Réalisation de l'inspection visuelle	Satisfaisant
Orano recyclage	Maintenance du bassin orage	Vérification de la connaissance des consignes, de la configuration des vannes, respect de la gamme de maintenance,	Satisfaisant
VALLOIS	Entretien des espaces verts	Mise en place des dispositions de sécurité et environnement	Plutôt satisfaisant

2.6 Maintenance et suivi des installations et ouvrages

Chaque année, un planning concernant les actions de maintenance préventive est établi. Ces actions visent à garantir le bon fonctionnement, la pérennité et assurent la disponibilité des appareils et de l'installation. La réalisation de ces maintenances s'effectue conformément aux documents d'exploitation.

2.6.1 Nettoyage et entretien du bassin d'orage

Le bassin d'orage du CSM est localisé sur le site d'Orano Recyclage La Hague (cf. Figure 1-3). Les opérations de maintenance préventive sont réalisées une fois par an. Ces opérations sont sous-traitées à Orano Recyclage La Hague. La liste des opérations réalisées annuellement est présentée ci-dessous :

- essais de manœuvrabilité des vannes, graissage des tiges filetées ;
- vérification du bon positionnement des vannes ;
- curage et nettoyage de l'ouvrage « chambre d'entrée » avec relevage des drains ;
- nettoyage du dégrilleur ;
- curage du fossé en aval du bassin d'orage ;
- contrôles électriques réglementaires.

L'entretien de cet ouvrage en 2024 n'a pas mis en évidence de dégradation.

2.6.2 Entretien de la ventilation

Des systèmes de ventilation sont en place dans le bâtiment des bassins et les galeries du RSGE. Ces systèmes servent de protection collective contre le risque de contamination par le radon.

Des actions de maintenances préventives sont effectuées chaque semestre :

- contrôle des automatismes ;
- remplacement des courroies des préfiltres et des filtres ;
- nettoyage, graissage et contrôle vibratoire.

Des mesures de débit sont effectuées à fréquence annuelle sur ces systèmes de ventilation. Le remplacement du disjoncteur magnétothermique du système de ventilation de la galerie Est du RSGE (VS13) a été effectué en avril 2024. Un réglage du contrôleur d'intensité du disjoncteur magnétothermique du système de ventilation (VS11) du bâtiment des bassins a été effectué en avril 2024, ce dernier étant sujet à des disjonctions. Les 2 filtres moyenne efficacité du système de ventilation du bâtiment des bassins ont été remplacés en décembre 2024.

2.6.3 Maintenance préventive et corrective des réseaux et matériels associés

Dans le cadre des opérations de maintenance préventive et conformément aux RGE (14), des inspections techniques du collecteur du RSGE, ainsi que des 110 BRS, sont effectuées à fréquence semestrielle. Ces opérations se sont déroulées en mars et en octobre 2024. Lors de ces inspections, les vannes de surverse des BRS002, BRS114 et BRS149 ont été manœuvrées. Placées depuis 2011 de façon à détourner les eaux de ces 3 BRS vers le collecteur « RSGE bis » et le point de contrôle « BRS0bis », ces vannes permettent, le cas échéant, d'orienter les eaux de ces BRS vers le RSGE et le point de contrôle BRS0 commun aux autres BRS.

Les détecteurs de fuite placés sous les cuves des « effluents à risques » et ceux placés à proximité du BDS et de la fosse du RD12 ont fait l'objet de tests mensuels de bon fonctionnement et de report d'alarme vers le SICM. Aucun dysfonctionnement n'a été relevé.

La centrale Argon/CO₂ permet de fournir à certains appareils de radioprotection et de surveillance radiologique de l'environnement le gaz nécessaire à leur bon fonctionnement. Cette centrale a été remplacée en mai 2024 dans le cadre de la jouvence.

2.6.4 Étalonnage, vérification de bon fonctionnement des débitmètres et des préleveurs automatiques

2.6.4.1 Les débitmètres

La vérification semestrielle de bon fonctionnement des débitmètres de la CMG et du BDS a été effectuée en mars et en août 2024. Ces contrôles se sont révélés conformes aux attentes.

Concernant les débitmètres électromagnétiques de type SIEMENS (CMG Ø300 et Ø1200), la linéarité du signal analogique de sortie délivré par l'électronique a été vérifiée en janvier 2025 : les bornes de mesures ont été passées au banc d'essai. Aucune anomalie n'a été détectée.

2.6.4.2 Les hydrocollecteurs

Les préleveurs automatiques d'échantillons liquides, mis en place aux exutoires du Centre, font l'objet de contrôles journaliers et hebdomadaires. De plus, dans le cadre de la maintenance préventive, des opérations et vérifications semestrielles plus complètes sont également réalisées :

- nettoyage des différents organes des appareils ;
- test de vitesse d'aspiration ;
- test de répétabilité des volumes d'échantillonnage.

Enfin, une fois par an, un changement préventif systématique des tubulures de prélèvement est réalisé.

Dans le cadre de la maintenance corrective, il a été procédé au changement d'une pompe en 2024.

2.6.4.3 Les préleveurs atmosphériques

2.6.4.3.1 Préleveurs d'aérosols

Le préleveur d'air EAS 70K, permettant le contrôle des aérosols, a été vérifié et étalonné en novembre 2024. L'appareil présentait une perte de charge importante ; après ajustage, les valeurs de contrôle des débits sont conformes aux attentes.

2.6.4.3.2 Préleveur de tritium de l'air

Le contrôle du bon fonctionnement des deux barboteurs SDEC (contrôles des débits pour vérifier l'absence de dérive) a été réalisé en avril 2024.

Une maintenance préventive, effectuée par le fournisseur des appareils, a été réalisée le 8 octobre 2024. Lors de cette maintenance, les actions suivantes sont effectuées :

- changement des filtres et des joints ;
- remplacement du liquide caloporteur ;
- changement du catalyseur ;
- contrôle d'étanchéité ;
- vérification métrologique des débits et des températures.

Le changement d'un bornier de four a également été réalisé en maintenance corrective.

Les contrôles sont conformes aux attentes.

2.6.5 Systèmes informatiques

2.6.5.1 SICM

Le système informatisé de centralisation des mesures (SICM) permet la surveillance à distance et la sauvegarde de mesures de certains équipements du CSM. La maintenance réalisée tous les deux mois n'a pas mis en évidence de dysfonctionnements. Un remplacement de la pile BIOS du serveur a été réalisé dans le cadre de la jouvence.

2.6.5.2 DESIREE

Toutes les données liées aux échantillons prélevés sont gérées et enregistrées *via* la base de données DESIREE. Ce logiciel est développé et fourni par la société Capgemini. Cette année, deux versions mineures ont été installées pour prendre en compte les demandes d'évolution et/ou de corrections des chargés d'affaires Andra.

Neuf mises à jour du référentiel du RNM ont été initiées par l'IRSN et introduites dans DESIREE.

3

La surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche

3.1	Comportement physique de la couverture	40
3.2	Conclusion sur le comportement physique de la couverture	60

3.1 Comportement physique de la couverture

3.1.1 Suivi

La couverture a été mise en œuvre en trois tranches de travaux qui se sont déroulées de :

- 1991 à mars 1993 pour la tranche 1 ;
- 1993 à octobre 1994 pour la tranche 2 ;
- 1994 à juillet 1996 pour la tranche 3.

Plusieurs types de contrôles sont réalisés sur cette couverture dans le cadre du Plan réglementaire de surveillance (8) :

- un suivi topographique annuel de l'ensemble des cibles de la couverture ;
- un suivi topographique trimestriel de plusieurs profils de piquets sur les talus (localisation en Figure 3-1) ;
- des contrôles visuels de la couverture effectués lors d'une inspection, réalisée pour cette année 2024 au mois de juillet.

En 2024, les profils de piquets ont été relevés trimestriellement du 18/04/2024 au 24/04/2024, du 27/06/2024 au 01/07/2024, du 03/09/2024 au 09/10/2024, puis du 3/12/2024 au 13/12/2025. Le relevé des cibles a été réalisé en août 2024.

Il convient de préciser que les origines des mouvements observés sur la couverture sont différentes suivant leur localisation en toit ou en talus.

Pour la partie toit, et en raison des conditions historiques de stockage, la tranche 1 et une partie de la tranche 2 de la couverture peuvent être sujettes à des tassements dans les ouvrages de stockage. Ainsi, suite aux mouvements de couverture enregistrés en 1999 au niveau du panneau 102-est et occasionnés par le tassement de(s) ouvrage(s) sous-jacent(s) (structures P1 et/ou P17), des travaux de confortement ont été réalisés en octobre 2009. Malgré ces travaux, le tassement perdure lentement et fait toujours l'objet d'un suivi particulier. Des mouvements sont aussi observés au niveau du panneau 107 ouest, en tranche 2, liés à des tassements de l'ouvrage TBH (plus particulièrement à l'enfoncement dans l'ouvrage de sa dalle de recouvrement) et à une typologie particulière des déchets qui y sont stockés (déchets de type boues).

Par ailleurs, les talus de la couverture du CSM sont sujets à des mouvements lents liés au glissement des matériaux de la couverture sur la membrane bitumineuse. Afin de conforter les talus les plus instables, trois séries de travaux visant à réduire leur pente ont été réalisées et successivement réceptionnées (localisation illustrée sur la Figure 3-2) :

- en septembre 2010, pour le confortement des talus 109/110/111 est ;
- en septembre 2011, pour le confortement du talus nord (100 est et 100 ouest) ;
- en septembre 2013, pour les réparations du talus 112bis (F/G).

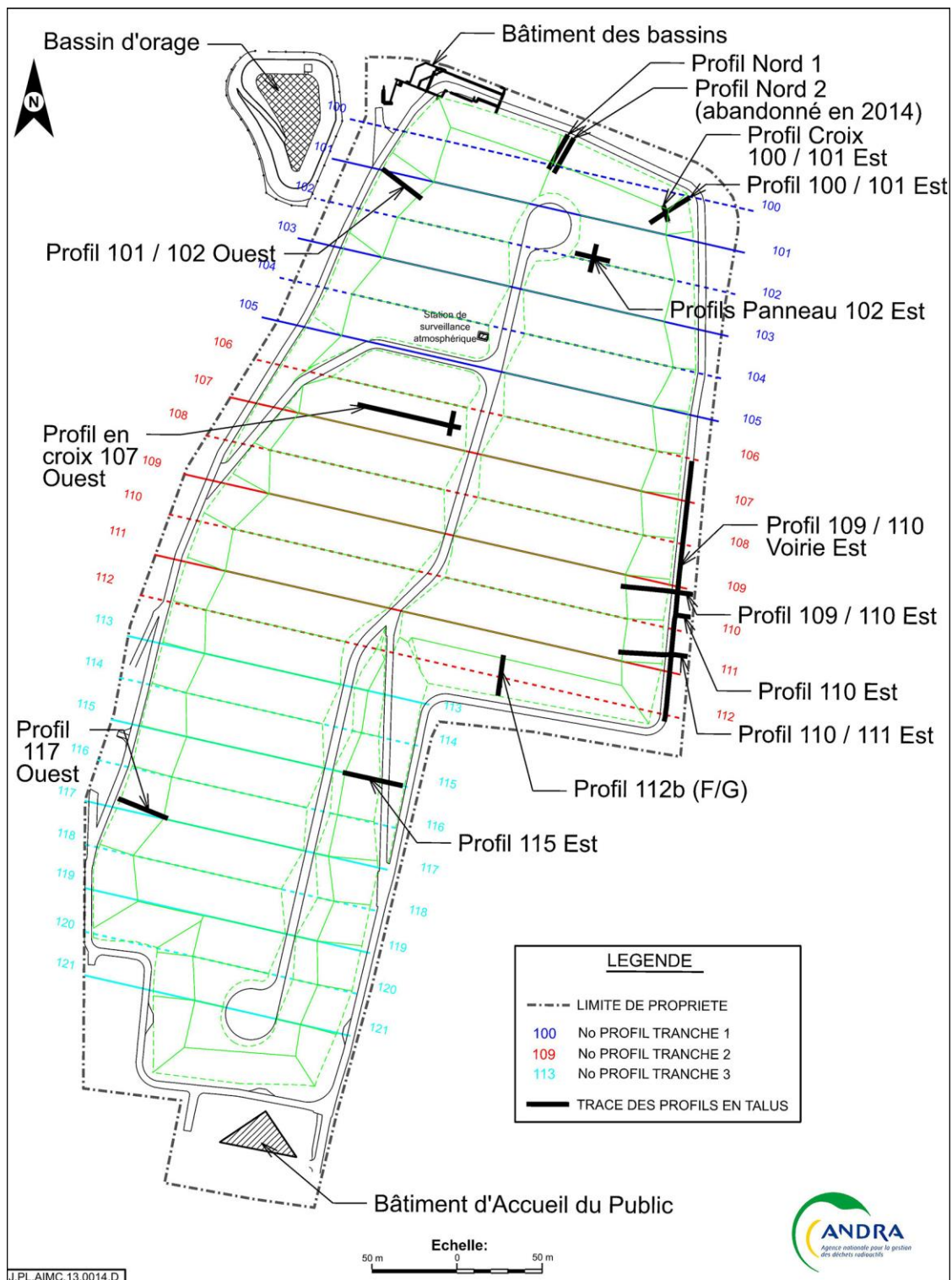


Figure 3-1 Localisation des profils de piquets

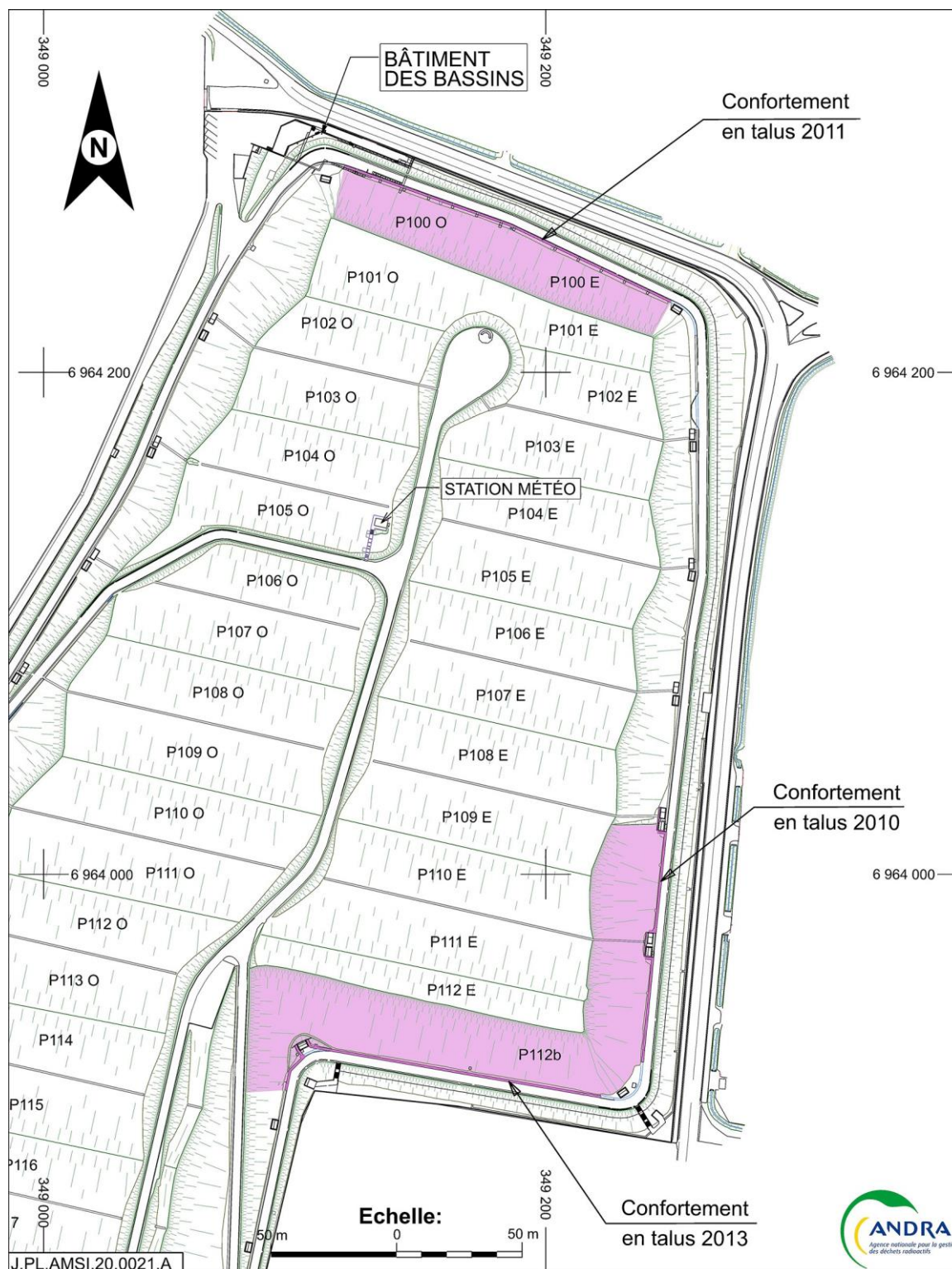


Figure 3-2 Localisation des talus confortés fin 2013 (zones roses)

3.1.2 Méthodes d'analyses des mouvements

3.1.2.1 Pour les cibles

Chaque cible est relevée par un géomètre selon les axes X, Y et Z. L'analyse est réalisée d'une part en planimétrie, selon le plan horizontal en X et Y, et d'autre part en altimétrie selon l'axe Z. Les écarts selon ces deux plans sont mesurés en millimètres, d'une part depuis les mesures d'origine, et d'autre part depuis le dernier relevé soit depuis l'année précédente.

La représentation graphique par zonéographie du Centre, selon quatre cartes (planimétrie et altimétrie depuis l'origine et depuis l'année précédente) permet de mettre en évidence les cibles et éventuellement les zones sujettes à déplacements en interpolant les cibles contiguës qui ont fait l'objet de mouvements.

3.1.2.2 Pour les profils de piquets en talus

Jusqu'en 2017, l'Andra utilisait la méthode basée sur la racine carrée de la somme des carrés des écarts en X, Y, et Z ; cette méthode permet d'obtenir une valeur qui cumule les déplacements selon les trois axes :

$$\sqrt{[(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2]}$$

À partir de 2018, une seconde méthode plus précise a été mise en œuvre pour mesurer des déplacements très faibles et permettre de vérifier la stabilité des trois talus confortés en 2010, 2011, et 2013. Cette méthode est à présent utilisée pour tous les profils de talus (cf. détails des méthodes dans le paragraphe 3.1.2.2 du bilan annuel 2019 (15)).

Les principales étapes de cette méthode sont les suivantes :

- vérification des données et corrections : les écarts entre deux relevés supérieurs à 10 mm sont analysés et écartés s'ils apparaissent très différents des mesures précédentes et suivantes (cas d'un choc lors d'une tonte par exemple) ;
- conversion au nouveau repère : les profils de piquets en talus sont orientés dans le sens de la pente et non pas selon le repère orthonormé X et Y, tel que fourni par le relevé du géomètre ; aussi, une conversion des valeurs X et Y selon l'axe du profil permet de mieux rendre compte des déplacements des piquets selon l'axe du profil et de la pente qui devient alors l'axe X' ;
- sur la base des valeurs corrigées et converties de chaque piquet, les courbes représentatives X'/date (X' étant les X ou Y convertis de chaque piquet) et Z/date permettent de visualiser l'évolution du positionnement de chacun des piquets du profil depuis l'origine. Chaque courbe correspond ainsi à un piquet. De plus, les piquets ont été regroupés par groupes de 5 et par groupes de 10, selon plusieurs segments du talus (haut, milieu et bas du talus) permettant de mieux visualiser le comportement du talus (glissement, soulèvement du pied, etc.). On obtient ainsi des courbes moyennes de plusieurs piquets et des graphes plus lisibles.

Cette méthode d'analyse de chaque piquet selon l'axe (X' celui de la pente et l'axe Z) est donc plus précise que la méthode précédente portant sur l'analyse de la valeur moyenne du profil des déplacements moyens selon les trois axes. À noter que les mouvements sont de l'ordre de grandeur de la précision des mesures. Cependant, le grand nombre de relevés permet, malgré le niveau d'incertitude, d'obtenir des tendances générales fiables.

3.1.2.3 Pour les profils de piquets en toit

Pour ces profils situés sur des tassements en toit de la couverture (102 est et 107 ouest), la même méthode est utilisée pour le traitement des données, mais en présentant des graphiques permettant de suivre l'évolution des tassements de chaque piquet (en Z), l'abscisse étant l'axe X' du profil, chaque courbe correspond au delta Z de chaque piquet pour une date. La succession des courbes révèle l'évolution du tassement au cours du temps.

3.1.3 Tassements et déplacements observés

Il n'a pas été observé de nouvelle zone de déformation en 2024 par rapport à l'année 2023. Les tassements mesurés en 2024 se répartissent toujours en deux types :

- les tassements localisés sur le toit de la couverture : panneaux 107 ouest et 102 est. Les déplacements mesurés dans ces zones sont dus à des tassements des ouvrages de stockage (tranchée TBH ; structures P1 et/ou P17), engendrant des légers affaissements des matériaux sus-jacents ;
- les glissements des talus périphériques : les talus de la couverture du CSM sont le siège de glissements lents (glissement des matériaux au-dessus de la membrane) dans le sens de la pente, se traduisant par un mouvement dont la composante est à la fois planimétrique et altimétrique. Ces déplacements de faibles amplitudes peuvent générer parfois des fissures en crête de talus et parfois des déboîtements de drains sur membrane, qui sont suivis et réparés. Huit profils, implantés sur les talus dont les glissements sont les plus importants, sont actuellement suivis (cf. Figure 3-1) permettant ainsi d'apprécier plus précisément leur évolution.

Des représentations graphiques, par zonéographie des déplacements altimétriques et planimétriques par rapport à la référence (1993 pour Tr1, 1994 pour Tr2, 1996 pour Tr3, et nouvelles références après le confortement des talus 109/110/111Est (2010), talus nord (2011) et Talus 112b (2013)), sont données respectivement en Figure 3-3 et en Figure 3-4, et par rapport au précédent relevé d'août 2023 en Figure 3-5 et en Figure 3-6.



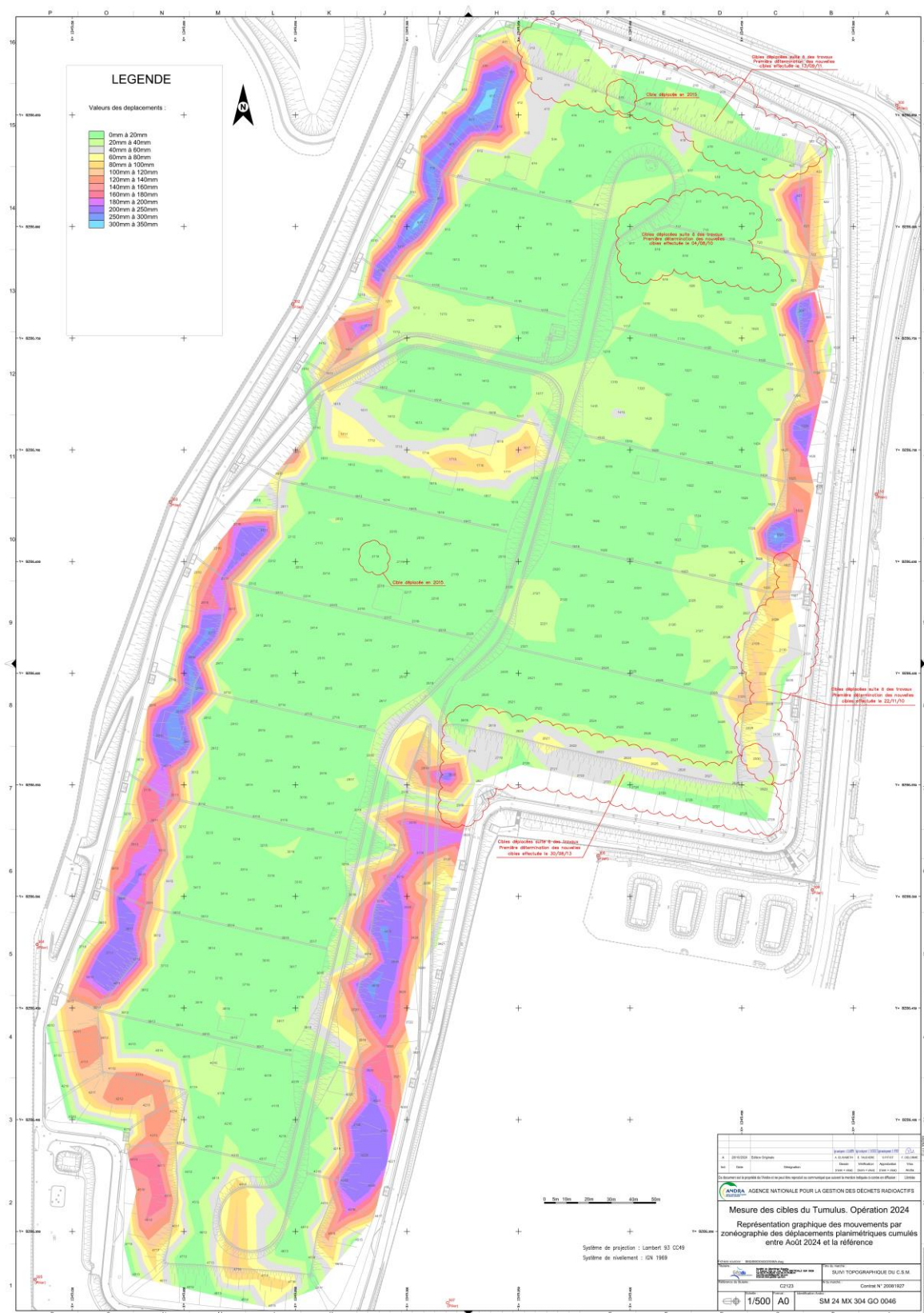


Figure 3-4

Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2024 et la référence (1993 à 1996 hors zones de confortement)

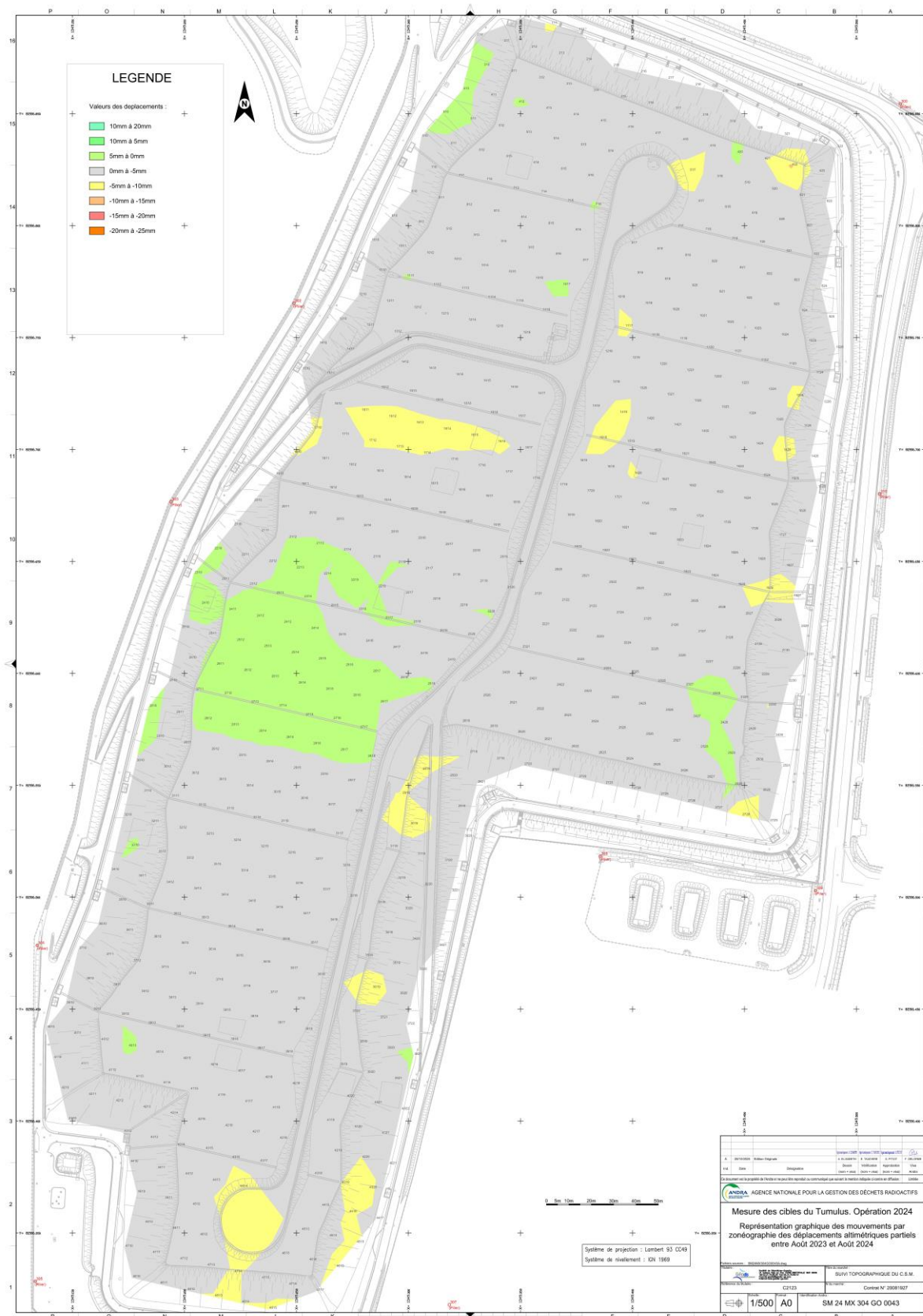


Figure 3-5

Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2023 et août 2024



3.1.3.1 Mouvements sur le toit de la couverture

Les cartes de zonéographie altimétrique et planimétrique entre 2023 et 2024 ne montrent pas ou peu d'évolution sur un an.

3.1.3.1.1 Cibles en tête de talus

La cible 512 située sur la partie toit de la couverture, mais en tête du talus 101ouest (nord-ouest), ne montre quasiment pas de mouvement cette année (4mm en Z), ni les cibles situées à proximité (411, 511, et 611) sur ce talus 101-102 ouest. Ce talus 101/102 ouest montre des signes de glissement lent depuis 1994. Ces tassements sont caractéristiques du phénomène de glissement des matériaux en talus avec un affaissement en tête de talus.

Les cibles situées à l'est [1225, 1425, 1926, 2819, 2918, 3019, 3619, et 4319] et à l'ouest [1710 et 1810] toutes situées en tête de talus montrent en 2024 des faibles tassements de 5 mm à 10 mm associés aux légers glissements des talus.

Les cibles 2621, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628 situées le long de la tête du talus 112b (confortés en 2013) n'ont pas montré de mouvements cette année, contrairement à 2023.

3.1.3.1.2 Cibles en talus

La cible 319 située en pied du talus nord s'est déplacée verticalement (tassement de 5 mm à 10 mm) et latéralement d'environ 15 mm à 20 mm. Il est probable que ce déplacement en XYZ soit dû à un choc lors de la tonte. En global, le talus nord montre une consolidation de l'ordre de 20 mm à 40 mm depuis le confortement en 2013.

Les cibles 2111 et 4320 montrent des déplacements latéraux en talus, sans déplacements verticaux. La cible 3220 montre un déplacement latéral très fort de 35 mm à 40 mm et un tassement de 5 mm à 10 mm. Cela laisse penser à des chocs latéraux lors de la tonte du gazon.

3.1.3.1.3 Cibles en toit de la couverture

Les cibles 1419 et 1518, situés sur le panneau 106est, se sont tassées de 7 millimètres chacune en 2024. Ces deux cibles continuent leur tassement lentement, de l'ordre de quelques millimètres par an comme les années précédentes. En cumul depuis 1994, le tassement est de l'ordre d'une centaine de millimètres (92 mm pour 1419 et 116 mm pour 1518). Il semble y avoir un tassement lent et continu dans cette zone qui reste à surveiller.

La cible 4414 située en bordure de l'aire de retournement sud et qui s'était déplacée de façon anormale l'année dernière (choc tondeuse) affiche cette année des mouvements de l'ordre d'une dizaine de millimètres. Cette cible située en haut du remblai de la route sommitale semble glisser dans le sens de la pente. La carte des vecteurs déplacements présentant les mouvements depuis l'origine confirme le sens de déplacement planimétrique (en X et Y) dans le sens de la pente du petit remblai de la route sommitale.

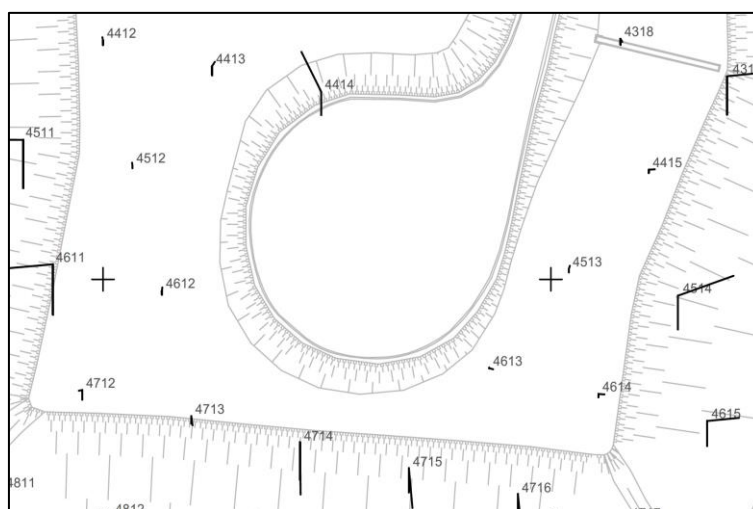


Figure 3-7

Cible 4414 - Route sommitale sud - Plan des vecteurs déplacements depuis l'origine

3.1.3.1.4 Panneau 110 Est – Cibles 2122 et 2221

Ces cibles avaient montré des tassements légèrement plus importants depuis 2017 ; c'est pourquoi elles font l'objet d'un point d'attention. Avant 2017 et depuis l'origine, leur tassement était équivalent à celui des cibles situées dans la même zone (tassement depuis l'origine entre 0 mm et 20 mm). De 2017 à 2022, le tassement de ces deux cibles a légèrement accéléré de l'ordre de presque 10 mm/an. En 2021 et 2022, le tassement s'est ralenti pour revenir aux tendances d'avant 2017, de l'ordre de 5 mm à 8 mm sur un an. En 2024, ces deux cibles se sont très légèrement tassées de 1 mm (2221) et 4 mm (2122).

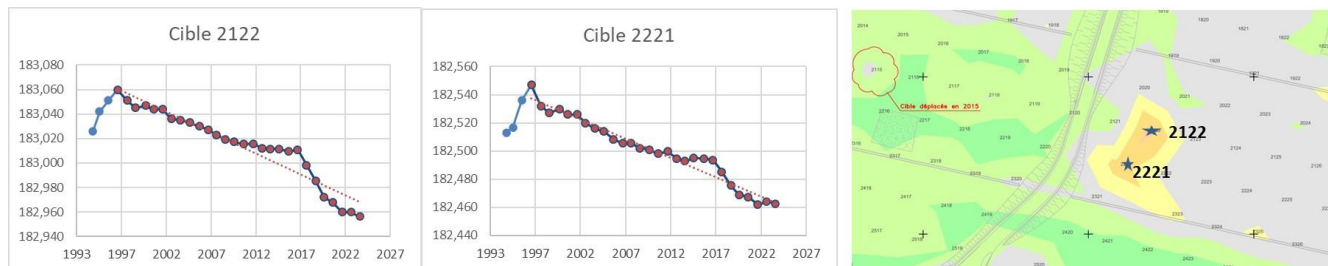


Figure 3-8 Cibles 2122 et 2221 - Evolution des mouvements altimétriques depuis l'origine

Cependant, en cumul depuis l'origine, les tassements de ces deux cibles sont faibles : de l'ordre de 66 mm pour la cible 2122, mais on note une « élévation » des cibles lors des premières années 1994 à 1997 ; cette « élévation » est sujette à caution car les matériaux de couverture sont peu ou pas gonflants, et surtout, cela correspond à un changement de méthode topographique : relevé aérien jusqu'en 1997, puis terrestre à partir de 1998 et donc plus précis. Ainsi, en écartant les valeurs de 1994 à 1997, cela correspond à un tassement de 104 mm environ depuis 1997. Pour la cible 2221, les valeurs sont plus faibles (50 mm depuis 1994 et 84 mm depuis 1997).

Enfin, dans l'analyse des graphiques (cf. Figure 3-8), on peut observer une vitesse de tassement globalement constante de 1998 à 2011, puis un ralentissement de 2012 à 2017, et une vitesse nettement plus élevée de 2017 à 2020. Pour 2021 et 2022, cela semble ralentir, avec en 2023 une légère remontée. En 2024, on observe un très léger tassement.

En conclusion, ces deux cibles n'ont presque pas bougé entre 2023 et 2024 ; depuis l'origine (1994) elles se sont tassées davantage que les cibles situées dans cette zone, mais l'amplitude des tassements reste faible de l'ordre de 84 mm à 100 mm. Cette zone reste à surveiller plus spécifiquement lors des prochains relevés de cibles, mais il n'est cependant pas jugé nécessaire à ce stade de mettre en place un suivi par profil en piquet.

3.1.3.1.5 Panneau 107 ouest (tranchée TBH)

Ce panneau est affecté par un tassement d'ensemble à l'aplomb de l'ouvrage de stockage TBH mesuré depuis 1996 (tassement de la dalle de TBH associé à des déchets de nature particulière). Les tassements observés depuis cette date sont de faible amplitude et se poursuivent à une vitesse à peu près constante. Pour 2024, les cibles se sont tassées entre 5 mm et 10 mm.

Depuis l'origine en 1994, les tassements sont de l'ordre de 250 mm à 300 mm (ligne des cibles numérotées de 1611 à 1615 et jusqu'à 336 mm pour la cible 1616. La ligne de cibles située parallèlement au sud n° 1710 à 1716 s'est également affaissée de 20 mm à 140 mm (cf. Figure 3-9).

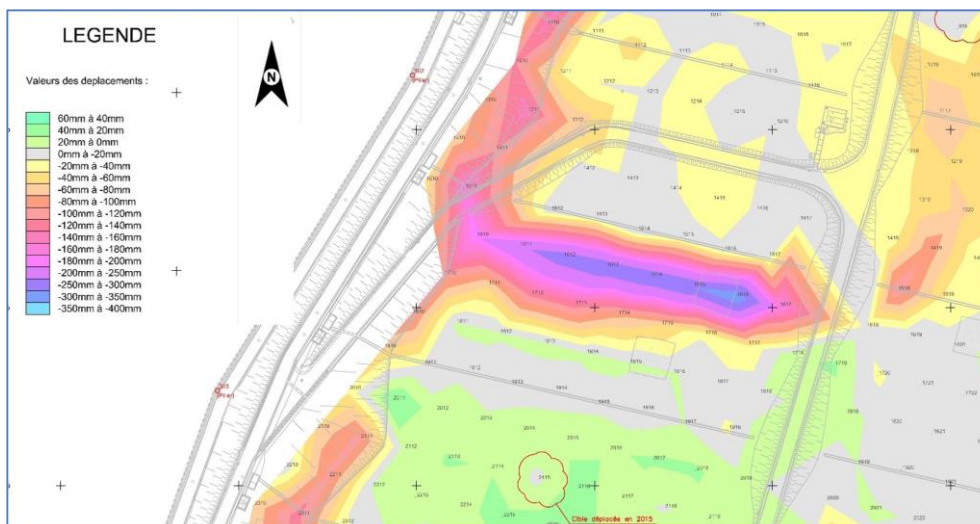


Figure 3-9

Zonéographie des déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du tassement 107ouest - Ecart constaté entre le relevé d'août 2024 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en figure 3.3 sans échelle)

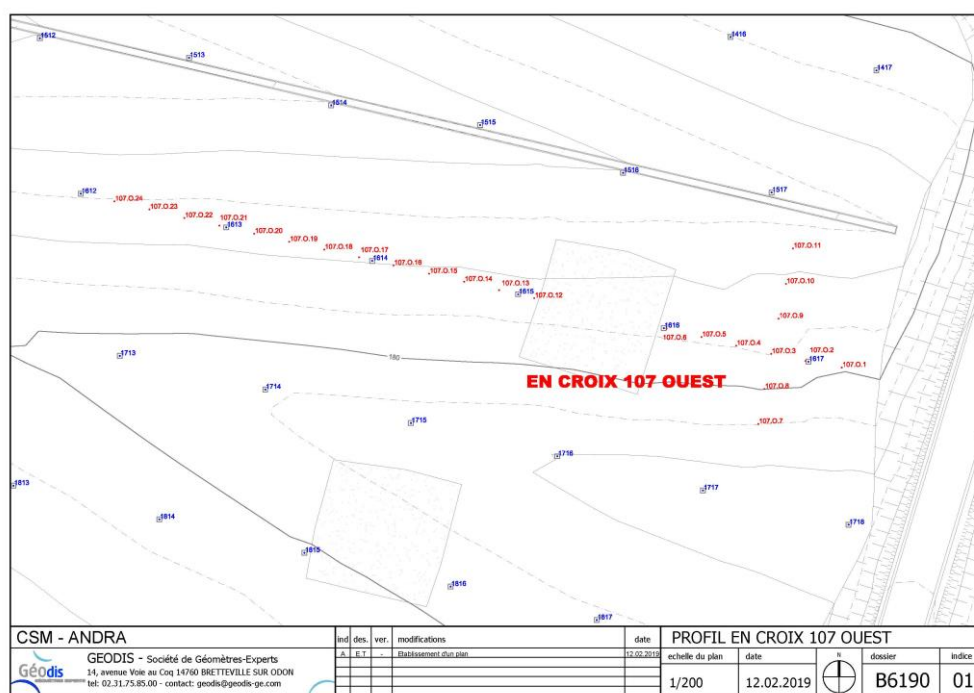


Figure 3-10

Tassement 107ouest - Localisation des piquets et des cibles

La mise en place en 2018 d'un profil de piquets en croix (cf. Figure 3-10) au niveau du tassement observé permet d'avoir plus de précisions sur la déformation. La ligne de piquets est-ouest suit la ligne de cibles 1611 à 1616 dans l'alignement de la structure TBH à l'origine du tassement. Les mesures topographiques des cibles depuis 1994 ont pu être additionnées à celles de la ligne de piquets depuis sa mise en place (juillet 2018).

L'analyse des données (cf. Figure 3-11 et Figure 3-12) montre une zone de tassement plus prononcé d'environ 9 m × 9 m entre les piquets 2 et 12 (profil est-ouest) et entre les piquets 8 et 9 (profil nord sud).

Ces tassements restent compatibles avec les propriétés d'extension et d'étanchéité de la membrane bitumineuse. En effet, on considère que la membrane conserve son étanchéité pour une elongation pouvant atteindre une valeur maximum de 25 % (la

limite du domaine d'exploitation fixée par l'exploitant est de 20 %). La déformation sur ce panneau n'a pas évolué en 2024 et est évaluée par calcul trigonométrique à 1,3 % d'élongation.

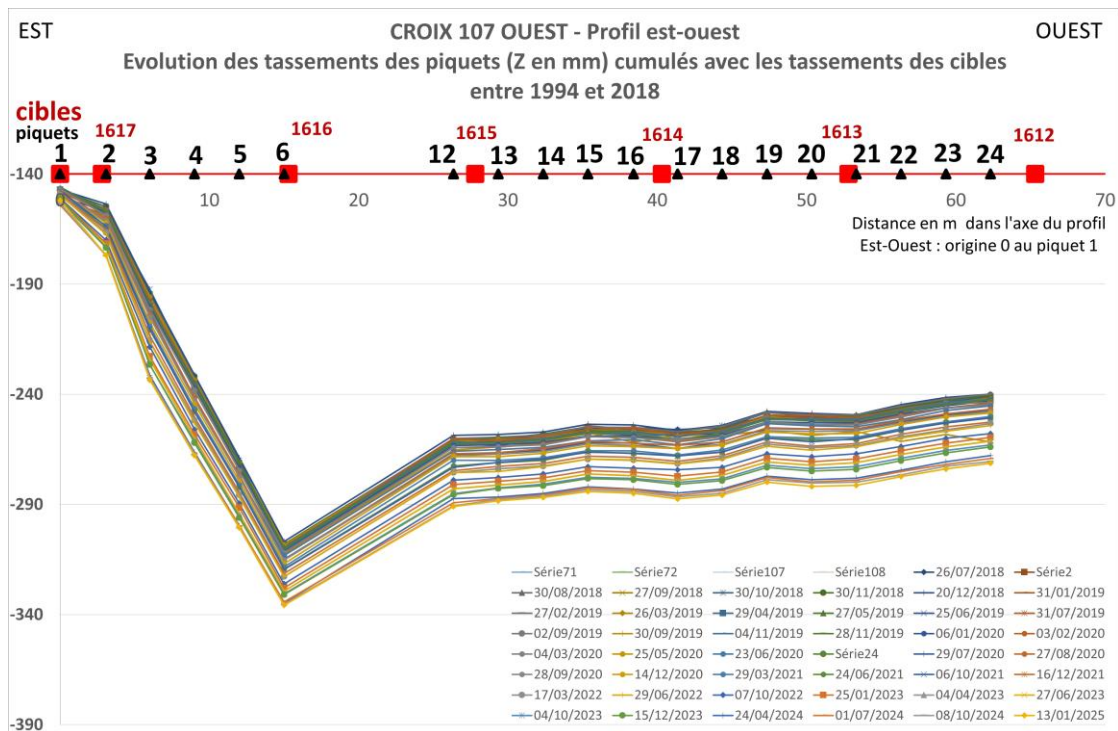


Figure 3-11 Tassement du panneau 107W - Profil de piquets est-ouest - Evolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles

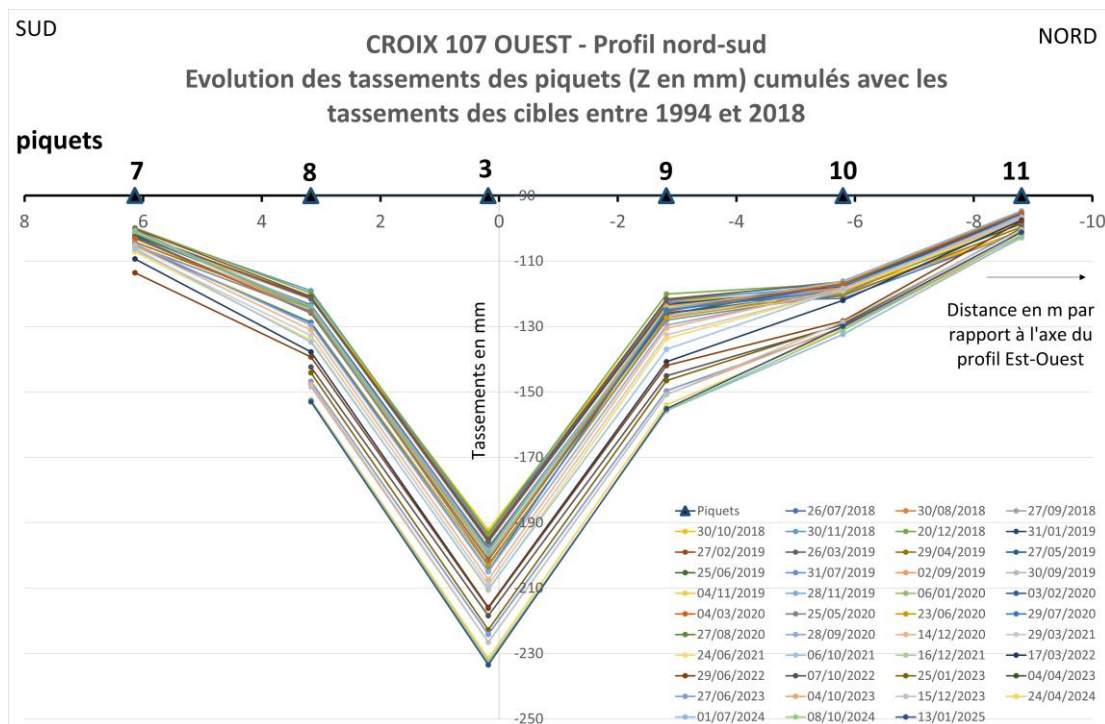


Figure 3-12 Tassement du panneau 107W - Profil de piquets nord-sud - Evolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles

3.1.3.1.6 Panneau 102 Est

Le tassement se situe au nord du caniveau du panneau 102 est, à l'aplomb des deux structures de stockage P1 (à la base) et P17 (au-dessus). Il affecte une zone d'environ 8 m x 4 m.

Les premiers mouvements ont été enregistrés en 1997. Le tassement a pris une ampleur significative en septembre 1999. Le suivi des profils de piquets en croix effectué depuis cette date avec une fréquence trimestrielle (relevés plus précis que celui des cibles, voir localisation des profils en Figure 3-1) a révélé une déflexion cumulée de l'ordre d'une cinquantaine de centimètres à fin septembre 2009 (plus précisément, une amplitude de 49,0 cm pour le point le plus bas (piquet n° 25 - Figure 3-13).

Des travaux ont été entrepris en octobre 2009 afin de restaurer le profil initial. Les observations réalisées à l'occasion de ces travaux ont confirmé le bon état de la membrane et une absence de déchirure, malgré un étirement significatif.

Après les travaux de réparation en octobre 2009, les profils en piquets (orientés nord-sud et est-ouest) ont été remis en place, aux mêmes emplacements que les piquets précédents, afin de pouvoir assurer la continuité du suivi. Ils sont depuis lors soumis à des relevés trimestriels.

Les mesures effectuées en août 2024 sur les cibles topographiques à ce niveau confirment qu'il n'y a pas de modifications notables du comportement de cette zone avec des vitesses de tassements comprises uniquement entre 0 et 5 mm en un an.

Les relevés trimestriels réalisés en 2024 montrent que le tassement au droit de l'ancienne dépression semble se stabiliser en l'absence de mouvement significatif enregistré. Le tassement maximal se trouve donc toujours au droit de l'ancien piquet n° 25, actuellement n° 51 avec 65 mm à fin 2024 depuis le premier relevé de 2010 après les travaux de réparation (cf. Figure 3-13). Cela représente un affaissement de 4 mm en un an. La moyenne des tassements des neuf piquets (n° 45 à 52), situés dans la zone où la dépression est la plus importante, montre une vitesse moyenne très faible de l'ordre de 2 mm/an à 3 mm/an, compte tenu des incertitudes de mesure (cf. Figure 3-14).

Ce tassement reste compatible avec les propriétés d'élongation de la membrane bitumineuse sans perte d'étanchéité. En effet, on considère que la membrane conserve son étanchéité pour une élongation pouvant atteindre une valeur maximum de 25 % (la limite du domaine d'exploitation fixée par l'exploitant est de 20 %). La déformation du panneau 102 Est n'a presque pas évolué en un an et correspond à une élongation évaluée par calcul trigonométrique comme très largement inférieure à 1 %.

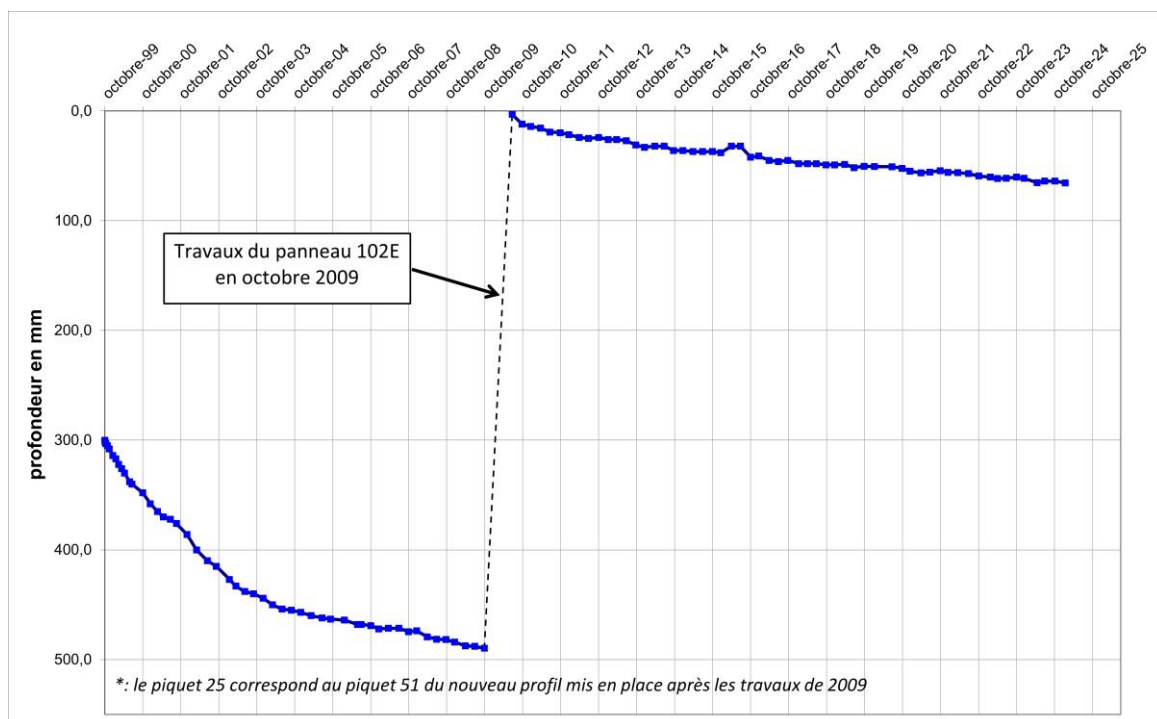


Figure 3-13 Tassement 102 est - Evolution altimétrique de l'ancien piquet n°25 (point d'affaissement le plus important) correspondant au piquet 51 sur le profil actuel

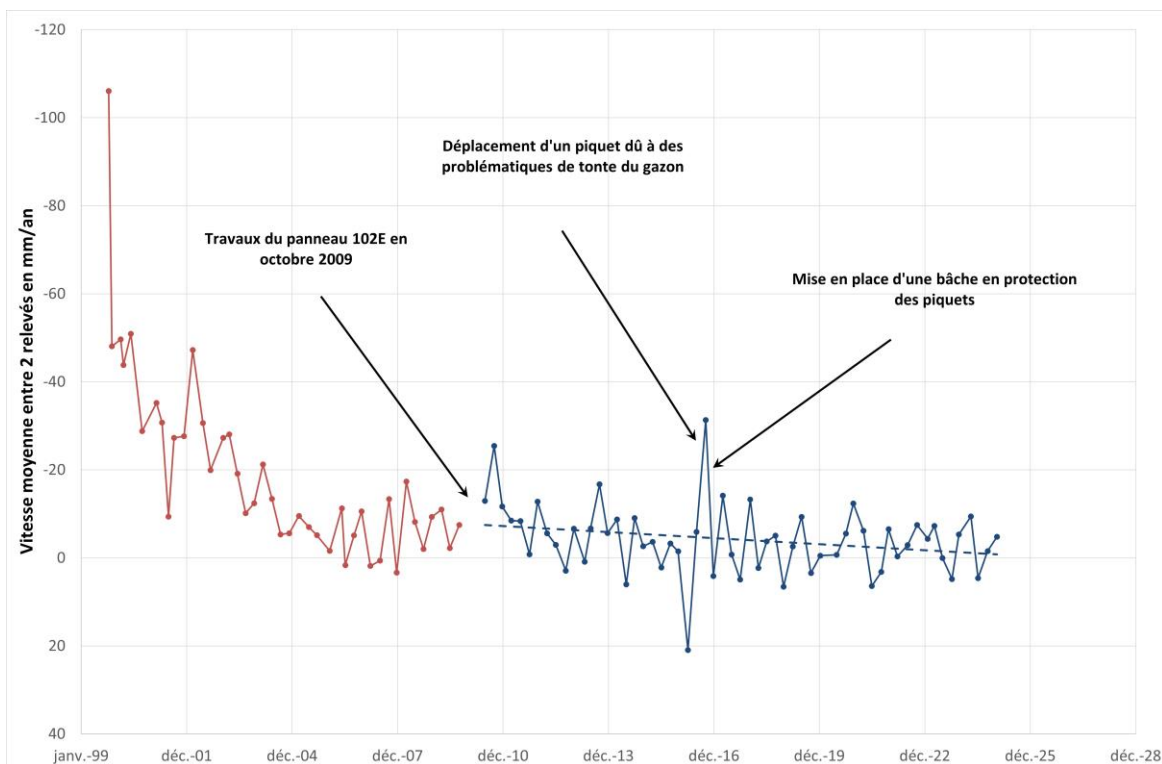


Figure 3-14 Tassement 102 est - Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des anciens piquets 24 à 32, actuellement 45 à 52

3.1.3.1.7 Le coin nord-est du site correspondant au talus des panneaux 100 et 101 (profil 100-101 est)

La pointe nord-est du site (ou angle nord-est), située hors zone de confortement, a montré des petites déformations en surface (observations de terrain) et a été équipée d'un profil en piquets en octobre 2014. D'abord relevée à une fréquence trimestrielle en 2015, la fréquence a été portée en mensuelle en 2016. En 2017, ce profil a été complété par la mise en place de profils en piquets croisés (dit profil quadrillé) dans le but de mieux identifier le mouvement enregistré dans ce secteur : glissement lent ou tassement. Suite aux interprétations de ces profils croisés en 2017, seul un profil jugé le plus pertinent a été retenu, le profil constitué par les piquets Q3, Q4, Q10, Q16 et Q17 (dit quadrillé 1) avec une fréquence de relevés trimestrielle.

La visualisation de la disposition du profil en croix (100-101 + quadrillé 1) est illustrée en Figure 3-15.

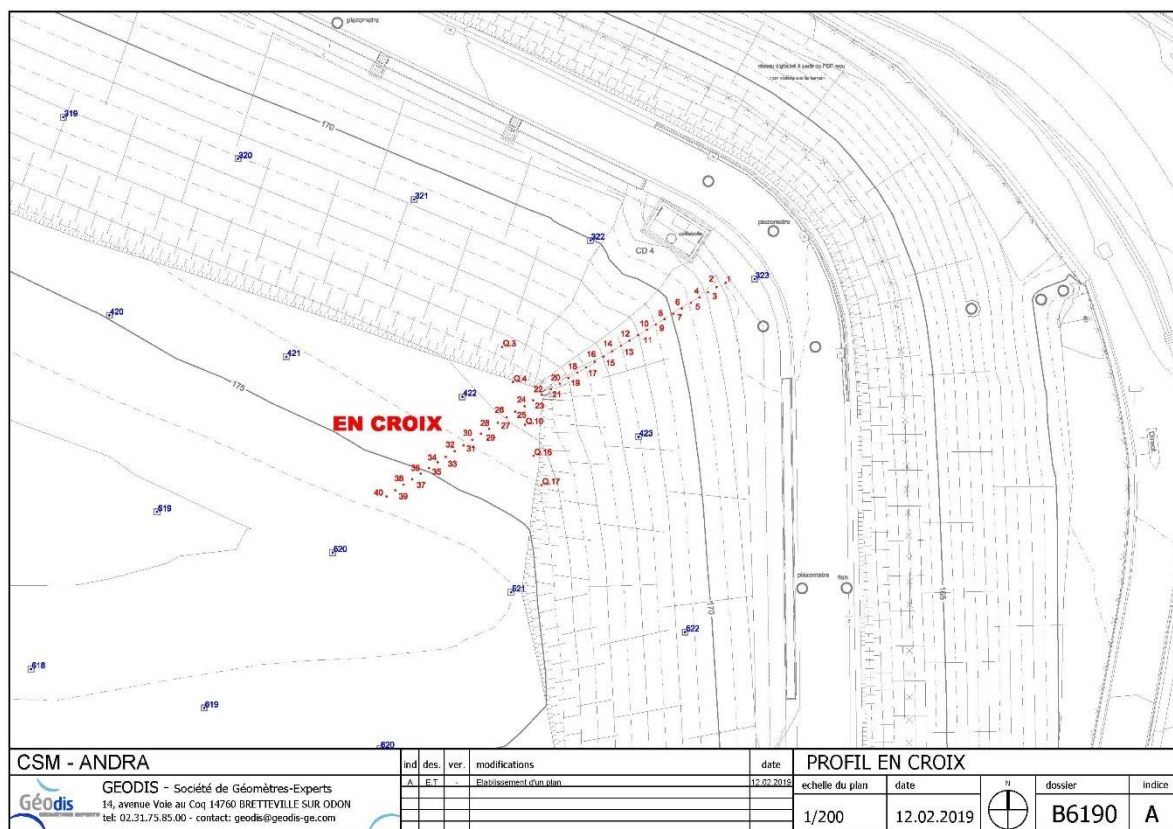


Figure 3-15 Panneau 100-101 est Angle nord-est - Localisation du profil de piquets en croix

Les relevés des écarts altimétriques sur les piquets sont intéressants et permettent l'enregistrement d'une légère inflexion identifiée au niveau des piquets 24, Q10 et Q16 (cf. Figure 3-15) et confirmée par les relevés planimétriques et altimétriques des cibles 422, 423 et 521. Ainsi, ces relevés confirment bien la présence d'un tassement d'ouvrage à ce niveau, correspondant vraisemblablement au coin nord-est de l'ouvrage P17.

► NOTE IMPORTANTE

- pendant la phase d'exploitation du CSM, cette zone avait déjà fait l'objet d'un tassement après remplissage de l'ouvrage P17 ;
- dans le cadre du traitement des données en 2021, une correction de +10 mm a été appliquée rétroactivement sur le piquet 1 à partir du 26 août 2016 correspondant à l'identification d'un tassement dû à un choc lors d'une tonte.

Le tassement maximum enregistré sur le profil 100-101 depuis sa mise en place en octobre 2014 est de 67 mm au niveau des piquets 24-25-26 et représente un tassement de l'ordre de 11 mm entre 2023 et 2024. Les cibles 422 et 423 ont enregistré un tassement respectif de 71 mm et 63 mm en 2014 (depuis l'origine en 1994) ; ces cibles étant situées à proximité du piquet 24, un tassement supplémentaire de 71 mm est additionné de manière conservative aux tassements mesurés sur le piquet 24. On considère donc un tassement de 138 mm au droit du piquet n° 24. On notera que ce tassement supplémentaire de 71 mm n'est pas répercuté sur les courbes de suivi altimétrique des écarts de piquets sur la Figure 3-16 et la Figure 3-17.

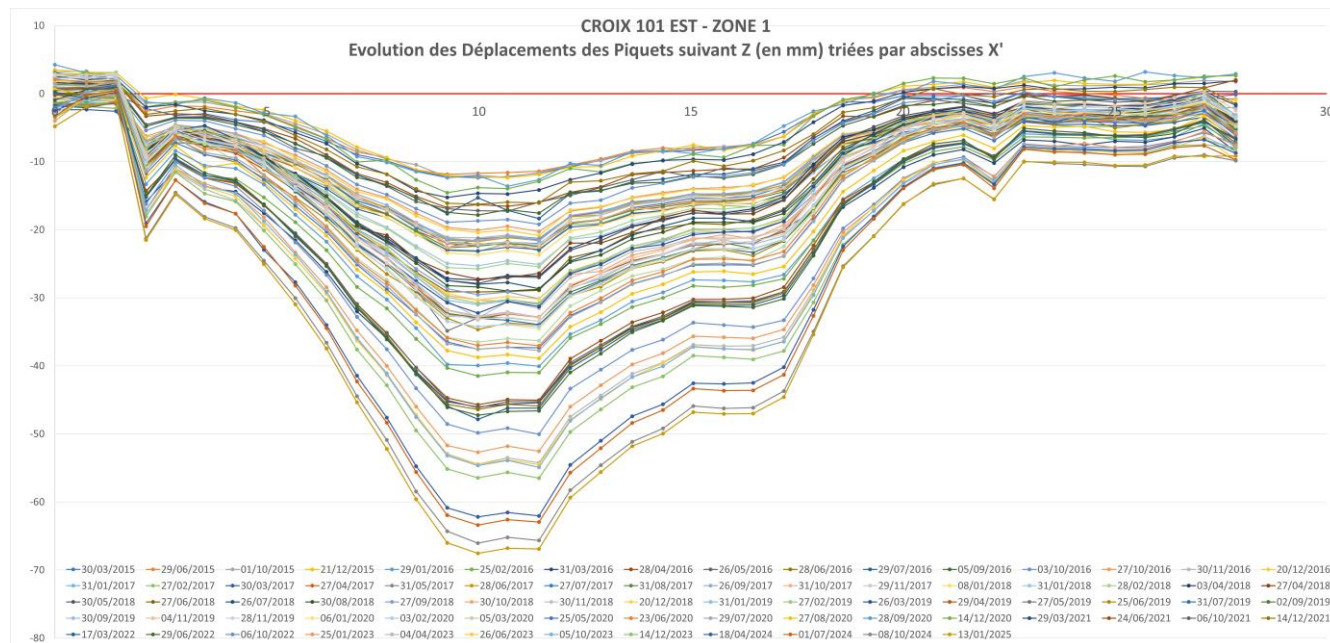


Figure 3-16 Profil Croix P101est - Courbe du suivi des écarts altimétriques - profil principal

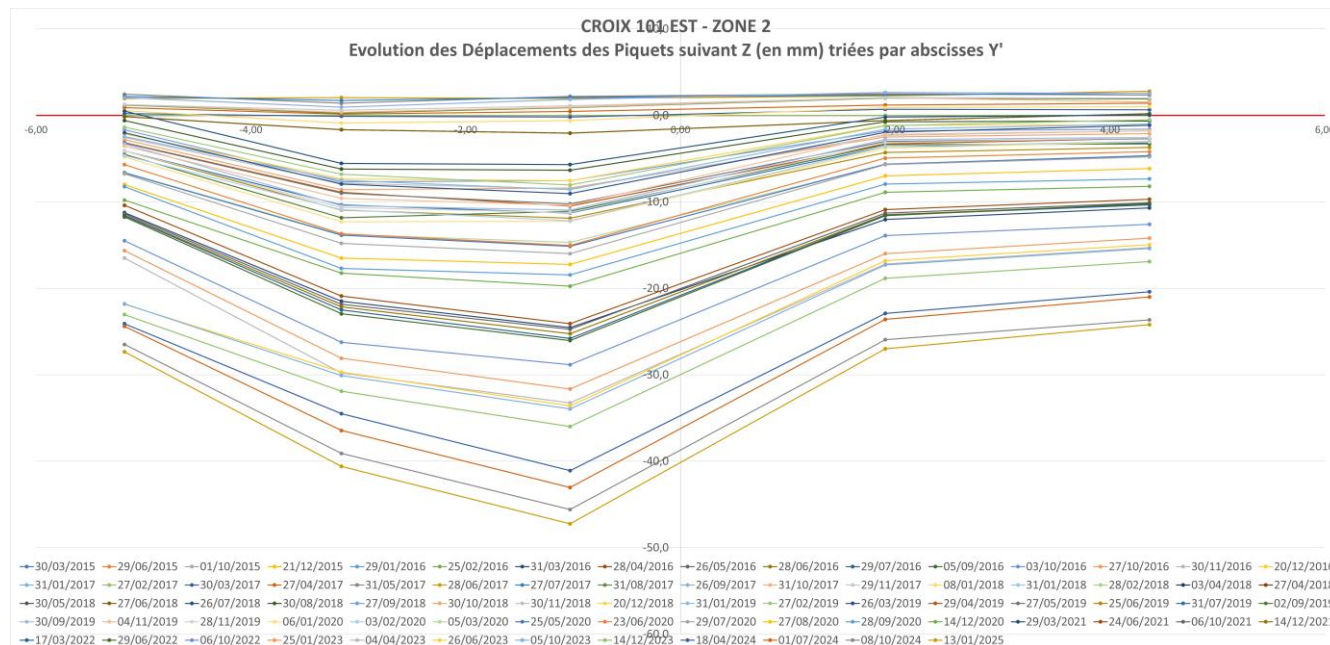


Figure 3-17 Profil Croix P101est - Courbe de suivi des écarts altimétriques - Profil quadrillé (piquets n°Q3-Q4-24-Q10-Q16 et Q17 ; cf. Figure 3-15 Panneau 100-101est Angle nord-est - Localisation du profil de piquets en croix)

Cette déformation reste compatible avec les propriétés d'étanchéité de la membrane bitumineuse, car engendrant une elongation de la géomembrane largement inférieure à 1 % (estimation par calcul trigonométrique), sur une marge de 25 % (la limite du domaine d'exploitation fixée par l'exploitant est de 20 %).

3.1.3.2 Mouvements des talus périphériques de la couverture

Les talus périphériques sont suivis par des profils de piquets, relevés trimestriellement par un géomètre. La localisation de ces profils est présentée en Figure 3-1.

Les graphiques ci-dessous montrent les déplacements altimétriques des piquets regroupés par zones (valeurs moyennes de 10 piquets) ; on peut voir à la fois l'amplitude du déplacement moyen depuis l'origine pour chaque zone de piquets, mais également la vitesse de déplacement illustrée par la pente de la courbe, le changement de pente indiquant une augmentation ou une diminution de la vitesse. Les droites en pointillés rouges tracées manuellement sur le groupe de 10 piquets pour lesquels les déplacements sont les plus importants illustrent le ralentissement de la vitesse de déplacement.

L'analyse des déplacements altimétriques des piquets montre des vitesses globales relativement lentes, de l'ordre de quelques millimètres/an, avec un ralentissement progressif au fil des années. Pour les talus confortés (109/110/111 est, nord et 112b), les valeurs de 2024 confirment les tendances déjà identifiées à savoir la consolidation lente des confortements. Pour les talus non confortés (115 est, 117 ouest et 101-102 ouest), on note un ralentissement des glissements et une tendance à se stabiliser.

Pour les talus confortés (109/110/111 est ; nord et F/G (112b)), les graphiques d'évolutions illustrent une phase de consolidation des remblais d'abord active puis plus lente. Les vitesses de déplacement en Z sont de l'ordre de quelques millimètres par an (<3 mm/an) pour les dernières années.

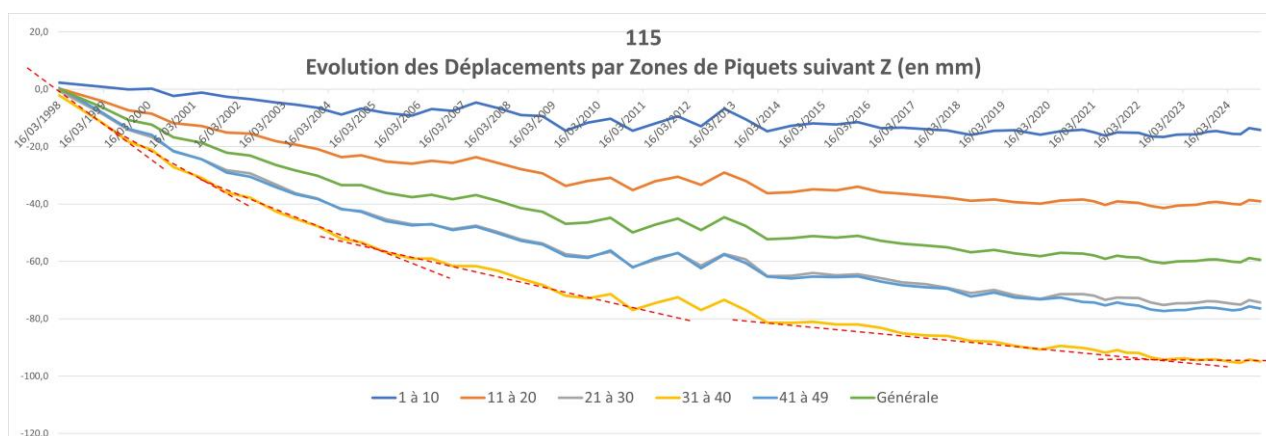


Figure 3-18 Talus 115est - suivi altimétrique des piquets

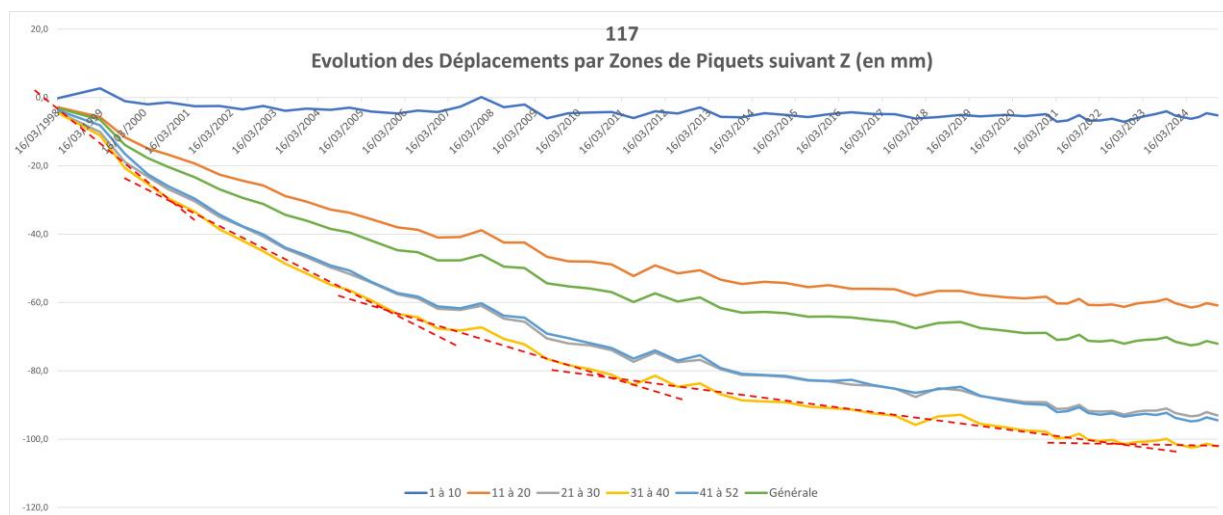


Figure 3-19 Talus 117ouest - suivi altimétrique des piquets

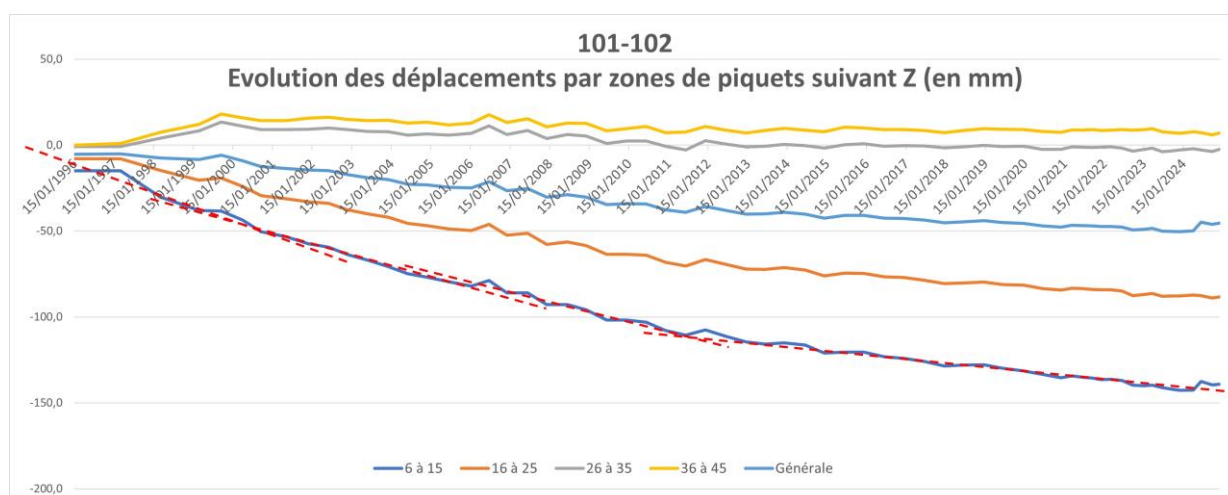


Figure 3-20 Talus 101/102ouest – suivi altimétrique des piquets

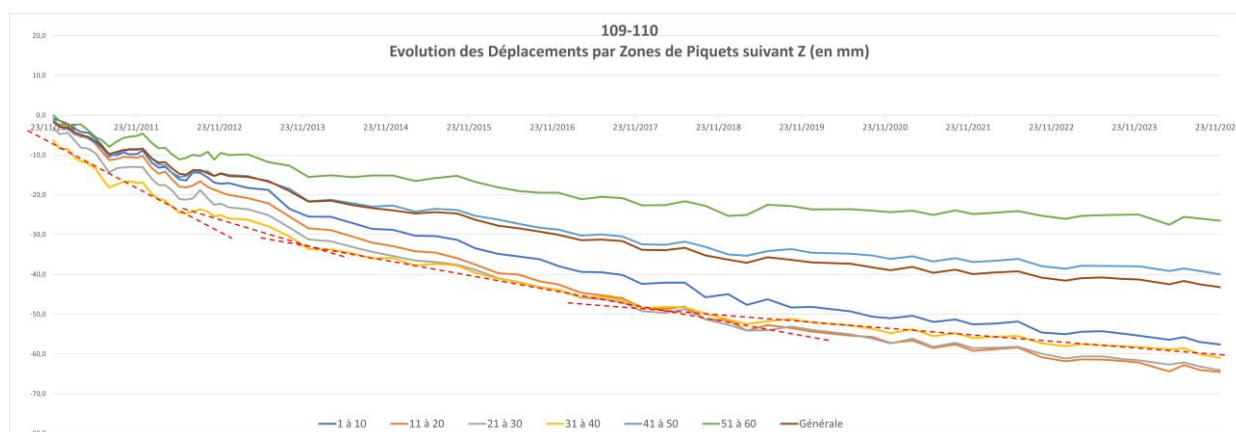


Figure 3-21 Talus 109/110est - suivi altimétrique des piquets

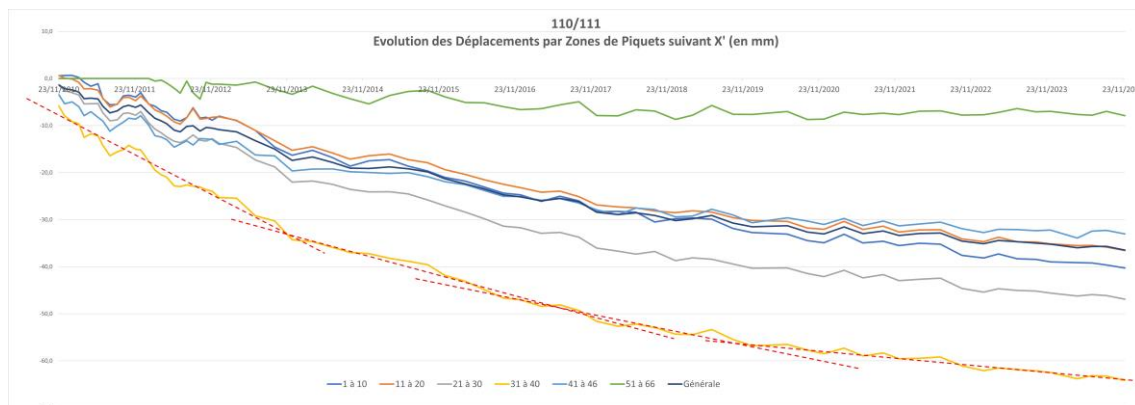


Figure 3-22 Talus 110/111est - suivi altimétrique des piquets

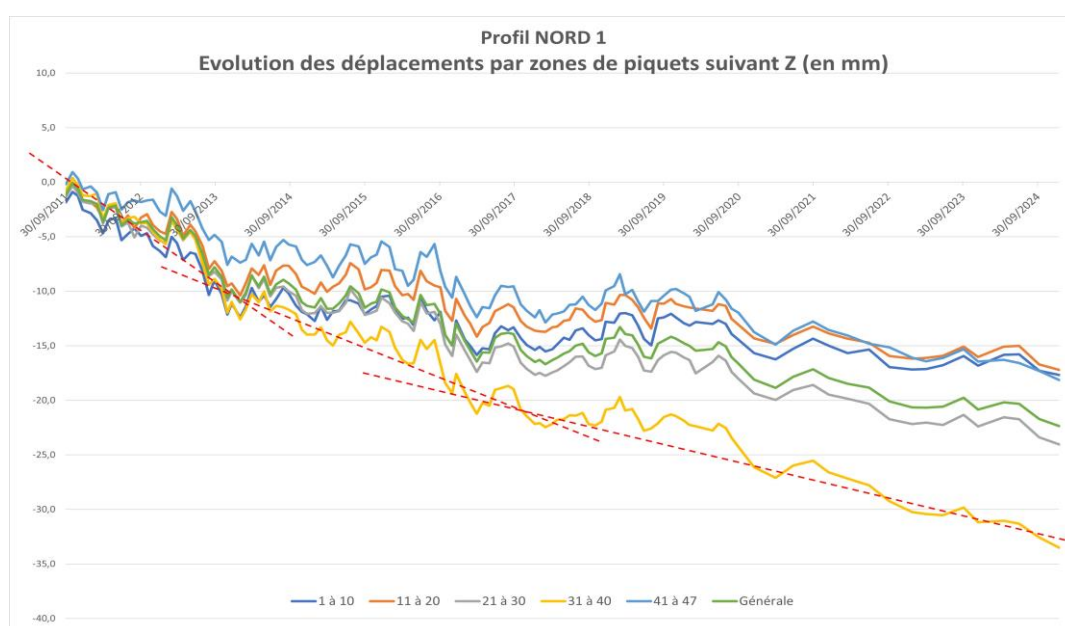


Figure 3-23 Talus nord- suivi altimétrique des piquets

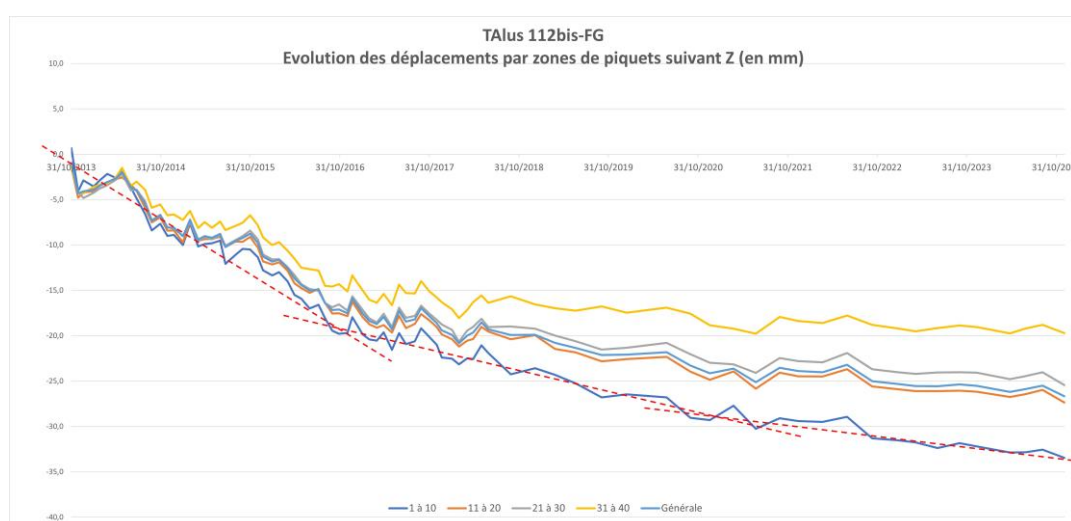


Figure 3-24 Talus 112bis (F/G) - suivi altimétrique des piquets

3.1.4 Maintenance et contrôles : inspection visuelle de la couverture

La campagne d'inspection visuelle de la couverture menée en juillet 2024 sur les crêtes de talus n'a pas révélé de désordres entre août 2023 et juillet 2024. Ceci est cohérent avec les très faibles déplacements des cibles et des piquets mesurés et présentés dans les paragraphes précédents. Quelques bandes d'étanchéité au niveau des caniveaux avaient été refaites en mai 2023 et ne montrent pas d'évolution en juillet 2024. Aucun traitement n'a donc été réalisé.

3.2 Conclusion sur le comportement physique de la couverture

En toit de la couverture :

- au niveau du panneau 107 ouest (au droit de l'ouvrage TBH), les tassements se poursuivent à une vitesse lente cette année (entre 0 mm et 5 mm pour la plupart des cibles) ;
- sur le panneau 102-est réparé en octobre 2009, les tassements se poursuivent lentement à une vitesse de l'ordre de 0 mm/an à 5 mm/an. Les vitesses moyennes mesurées sur les piquets du profil dans la zone la plus déformée sont de l'ordre de 2 mm à 4 mm sur un an ;
- la déformation située au niveau de l'angle nord-est du Centre semble bien correspondre à un tassement déjà identifié dans le coin nord-est de l'ouvrage P17 lors de la phase d'exploitation. La vitesse du tassement est de l'ordre de 5 mm/an à 10 mm/an ; en 2024, les piquets les plus influencés se sont tassés de 11 mm.
- Ces tassements sont compatibles avec les critères retenus vis-à-vis des propriétés d'étanchéité de la membrane sous extension, soit très inférieurs à proches de 1 % d'extension pour un seuil d'étanchéité sous extension à 25 % (20 % pour le domaine d'exploitation).

Pour les talus :

- Les talus confortés (109/110/111-est confortés en 2010, nord conforté pendant l'été 2011, et 112bis conforté en 2013) montrent un ralentissement progressif des déplacements confirmant la consolidation lente des talus après les travaux de confortement.
- Pour les talus non confortés (101/102ouest, 115est, et 117ouest), les mouvements tendent à ralentir progressivement au fil des années.

Enfin, dans le but d'améliorer le suivi topographique de la route sommitale et des aires de retournement, il est prévu de mettre en place en 2025 des points de mesure complémentaires et de les intégrer au réseau de surveillance.

4

La surveillance des rejets et des réseaux

4.1	Introduction	62
4.2	Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau	62
4.3	Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)	80
4.4	Suivi qualitatif du réseau des « effluents à risques » (BDS)	84
4.5	Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)	92
4.6	Suivi qualitatif du réseau de drainage profond (RD) et l'exutoire RD12	93
4.7	Suivi qualitatif des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)	96
4.8	Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires	102
4.9	Contrôles croisés et analyses complémentaires	104

4.1 Introduction

Les écoulements sur le site du CSM sont suivis *via* des mesures de hauteurs d'eau, de débit et/ou de volumes. Ce suivi permet de vérifier le bon fonctionnement de la collecte et de l'acheminement des effluents ainsi que les performances d'étanchéité de la couverture.

Le niveau radiologique des rejets est contrôlé en permanence, soit par des mesures en continu, soit par des mesures différées, effectuées en laboratoire, sur des échantillons représentatifs. Le niveau radiologique des réseaux amont est également contrôlé. Des analyses physico-chimiques sont également réalisées. Ces contrôles réguliers ont pour objet de mettre en évidence toute évolution anormale du Centre et de ses réseaux, en particulier, les éléments recherchés sont en relation avec le contenu chimique/radiologique des colis de déchets.

Les résultats de l'ensemble des analyses effectuées dans le cadre de la surveillance des réseaux du site sont présentés dans les paragraphes suivants.

Les tableaux détaillant les résultats des analyses de 2024 sont présentés dans l'annexe 10.9.

4.2 Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau

4.2.1 Généralités

Le bilan des volumes collectés sur les différents réseaux du Centre permet de vérifier la cohérence et le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux ; il permet également de vérifier le niveau de performance de l'étanchéité de la couverture qui protège les colis.

L'interprétation des différents écoulements se fait en regard de la pluviométrie (cf. paragraphe 5.2).

Les principaux points de prélèvement sur les différents réseaux du CSM sont illustrés dans la Figure 4-1.

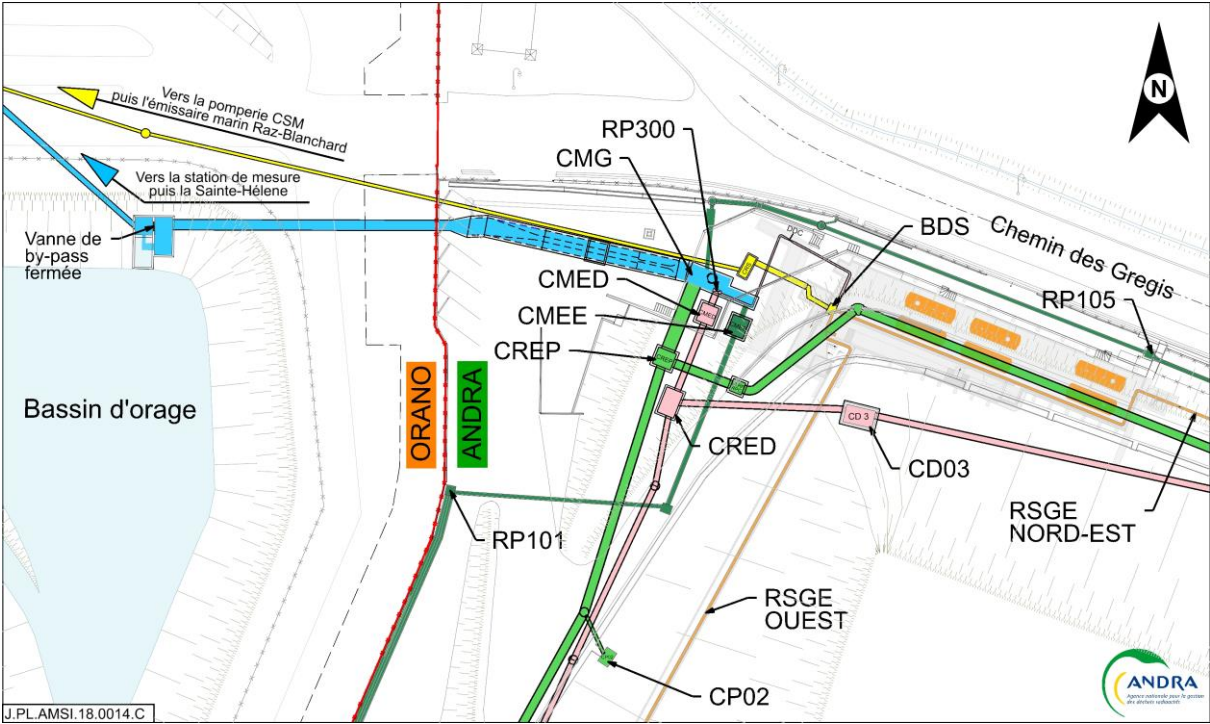


Figure 4-1 Localisation des principaux points de surveillance des réseaux du CSM

4.2.2 Bilan des volumes écoulés à la CMG et au BDS : comparaison avec la pluviométrie

Le bilan 2024 des volumes mesurés aux exutoires du CSM est présenté dans le Tableau 4-1. La pluviométrie relevée dans ce tableau correspond à la hauteur pluviométrique mesurée au niveau de la station atmosphérique (point de mesure PH1) et rapportée au volume de pluie tombé sur les 15 ha de la surface du CSM. Les volumes collectés aux exutoires (CMG et BDS) sont comparés à cette pluviométrie.

Tableau 4-1 Bilan des 10 dernières années des volumes collectés aux deux exutoires du CSM et comparaison à la pluviométrie

Année	Pluviométrie (m³)	CMG (m³)	BDS (m³)	CMG + BDS (m³)	Rendement de récupération des eaux de pluie
2015	161 850	17 914	36 840	54 753	34 %
2016	143 325	21 602	30 292	51 894	36 %
2017	171 015	27 126	36 549	63 676	37 %
2018	149 925	21 185	42 520	63 704	42 %
2019	165 825	22 300	41 176	63 475	38 %
2020	204 375	33 507	56 272	89 779	44 %

Année	Pluviométrie (m³)	CMG (m³)	BDS (m³)	CMG + BDS (m³)	Rendement de récupération des eaux de pluie
2021	176 340	31 952	41 895	73 848	42 %
2022	176 910	32 349	44 684	77 033	44 %
2023	214 950	41 023	60 415	101 437	47 %
2024	203 550	32 849	55 321	88 170	43 %

En 2024, les volumes d'eaux transitant par la CMG et le BDS sont cohérents avec la pluviométrie. Le rendement de récupération des eaux de pluie collectées à la CMG (eaux pluviales) et au BDS (provenant essentiellement des eaux du drainage de la couverture) est de 43 %. Ce rendement est variable et dépend notamment des conditions climatiques (vent, hygrométrie, température...). Ce résultat est cohérent avec l'évapotranspiration dont le calcul est de l'ordre de 50 % à 60 % de la pluviométrie annuelle.

Le volume mesuré à la CMG, correspondant aux eaux pluviales, est de 32 849 m³ en 2024 et représente 16 % de la pluviométrie. Ces eaux rejoignent les eaux pluviales d'Orano Recyclage et sont rejetées dans le ruisseau de la Sainte Hélène sans traitement préalable. Le volume total rejeté dans ce ruisseau en 2024 est de 711 231 m³ (données Orano Recyclage). Ainsi, en 2024, les eaux issues du CSM représentent 4,6 % du volume total rejeté dans la Sainte-Hélène. Il est conforme à la contribution du CSM généralement constatée (de 4 % à 10 %).

4.2.3 Evolution des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG

La répartition, depuis 2015, des volumes des réseaux secondaires alimentant la CMG et le BDS est donnée dans le Tableau 4-2. La Figure 4-2 présente la répartition des volumes collectés dans les différents réseaux pour 2024.

Tableau 4-2 Répartition, sur les dix dernières années, des volumes des différents réseaux alimentant la CMG et le BDS

Année	CMED (m³)	DDC (m³)	Surverse (m³)	RD12 (m³)	BRS0 (RSGE) (m³)	BRS0bis (RSGEbis) (m³)	Consommation d'eau du bâtiment des bassins (m³)
2015	36 805	34 998	1 133	2 007	11	404	254
2016	30 172	29 060	1 287	1 738	10	328	396
2017	36 391	35 700	1 340	1 539	9,0	359	509
2018	40 798	39 981	1 171	2 557	11	354	237
2019	41 294	39 274	1 808	2 844	14	349	238
2020	56 743	53 695	2 837	4 690	12	483	224

Année	CMED (m³)	DDC (m³)	Surverse (m³)	RD12 (m³)	BRS0 (RSGE) (m³)	BRS0bis (RSGEbis) (m³)	Consommation d'eau du bâtiment des bassins (m³)
2021	42 245	38 825	3 676	3 263	8,8	416	286
2022	44 905	40 340	4 306	3 096	8,2	380	234
2023	61 598	56 221	4 791	5 650	8,4	518	249
2024	57 184	53 528	3 199	5 527	9,6	542	317

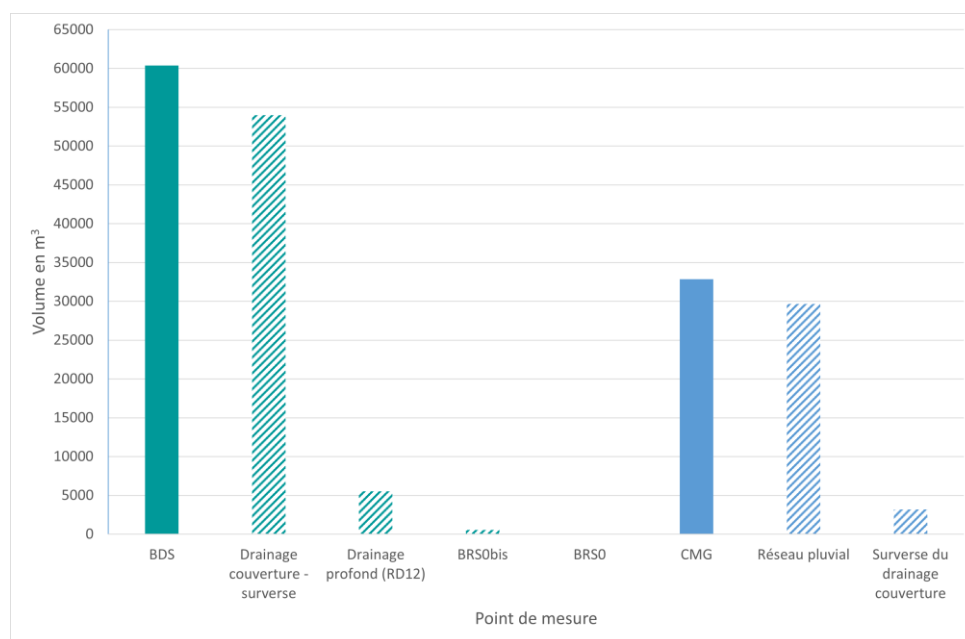


Figure 4-2

Répartition des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG

Les volumes mesurés à la CMED (RP300), au BRS0, au BRS0bis, au RD12 et les volumes des eaux usées domestiques du bâtiment des bassins participent aux écoulements du BDS.

L'équation caractérisant les différentes contributions des volumes au BDS est :

$$\text{Équation 1 : } VBDS = V_{CMED-surverse} + V_{RD12} + V_{BRS0} + V_{BRS0bis} + \text{eaux usées}$$

Le volume calculé selon l'Équation 1, correspondant à la somme des volumes mesurés sur les réseaux, et le volume mesuré au BDS, sont cohérents entre eux (écart <10 %). Cette comparaison permet de s'assurer du bon fonctionnement des différents débitmètres mis en place pour réaliser les mesures de volumes.

La majorité des effluents collectés au BDS provient du réseau de drainage de la couverture (drainage sur et sous membrane), soit environ 90 % du volume total. Ce réseau, collecté via la CMED, draine les 12 ha de la couverture. Environ 94 % des eaux de ce réseau sont orientées vers le BDS. Les 6 % restants représentent les volumes associés à un débit supérieur à 30 m³/h et rejoignant la CMG par surverse au niveau du bac RP300. Le détail des répartitions entre les drains sur et sous-membrane est donné au paragraphe 4.2.7.

En 2024, le volume de la surverse contribue à hauteur de 10 % au volume de la CMG. Depuis 2021, la surverse dépasse les 10 % de contribution à la CMG ; ce pourcentage est cohérent avec les pluies plus intenses qui ont eu lieu ces dernières années.

La contribution du réseau de drainage profond (point de mesure RD12) représente environ 9 % du volume rejeté au BDS. Le ratio de ce réseau par rapport à la pluviométrie du Centre est donné dans le Tableau 4-3. Ce ratio varie entre 0,9 % et 2,72 % ces dernières années ; il est de 2,72 % en 2024.

Tableau 4-3 Comparaison des volumes du RD12 à la pluviométrie sur les dix dernières années

Année	Volume pluie (m³)	Volume RD12 (m³)	Ratio volume RD12 sur volume pluie (m³)
2015	161 850	2 007	1,24 %
2016	143 325	1 738	1,21 %
2017	171 015	1 539	0,90 %
2018	149 925	2 557	1,71 %
2019	165 825	2 844	1,72 %
2020	204 375	4 690	2,29 %
2021	176 340	3 263	1,85 %
2022	176 910	3 096	1,75 %
2023	214 950	5 650	2,63 %
2024	203 550	5 527	2,72 %

La contribution des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (BRS0 et BRS0bis) représente 1 % du volume total du BDS (552 m³ pour un volume total au BDS de 55 321 m³ en 2024). La contribution de ces deux réseaux au BDS est essentiellement due aux volumes récupérés via le RSGEbis (environ 98 %, cf. paragraphe 4.2.4).

La consommation d'eau domestique au bâtiment des bassins correspond à l'utilisation sanitaire (lavabos, toilettes, douches) et pour une grande part à l'utilisation d'eau pour les appareils de mesures (bruit de fond des Cobenades). La consommation d'eau domestique en 2024 est proche de la consommation moyenne annuelle des 10 dernières années (294 m³) et traduit bien les activités habituelles du Centre.

4.2.4 Bilan des volumes récupérés via les RSGE (BRS0 et BRS0BIS)

En 2024, les volumes récupérés au BRS0 restent faibles (9,6 m³). Le volume d'effluent récupéré au BRS0bis est en augmentation d'environ 5 % par rapport à celui de l'année dernière.

Les volumes d'effluents provenant des RSGE ne représentent que 0,27 % de la pluviométrie (cf. Tableau 4-4) soit 4,52 L/m²/an. Ce ratio est sensiblement constant depuis 2012 et montre la bonne performance d'étanchéité de la couverture.

Tableau 4-4 Comparaison des volumes du BRS0 et du BRS0bis à la pluviométrie sur les dix dernières années

Année	Volume pluie (m³)	Volume BRS0 (m³)	V_{BRS0}/V_{pluie} (%)	Volume BRS0bis (m³)	Volume BRS0+BRS0bis (m³)	$V_{BRS0+BRS0bis}/V_{pluie}$ (%)
2015	161 850	10,80	0,007 %	404,00	414,80	0,26 %
2016	143 325	9,95	0,007 %	327,75	337,70	0,24 %
2017	171 015	8,95	0,005 %	358,85	367,80	0,22 %
2018	149 925	10,65	0,007 %	354,30	364,95	0,24 %
2019	165 825	13,75	0,008 %	349,45	363,20	0,22 %
2020	204 375	12,10	0,006 %	483,30	495,40	0,24 %
2021	176 340	8,75	0,005 %	425,80	434,55	0,25 %
2022	176 910	8,15	0,005 %	395,05	403,20	0,23 %
2023	214 950	8,40	0,004 %	518,05	526,45	0,24 %
2024	203 550	9,60	0,005%	542,30	551,90	0,27%

Le RSGBis est parasité par des infiltrations directes et rapides d'eau de pluie. Cette hypothèse est confirmée par la bonne corrélation entre la pluviométrie et les volumes d'eau recueillis au BRS0bis (cf. Figure 4-3 et § 4.2.6.2).

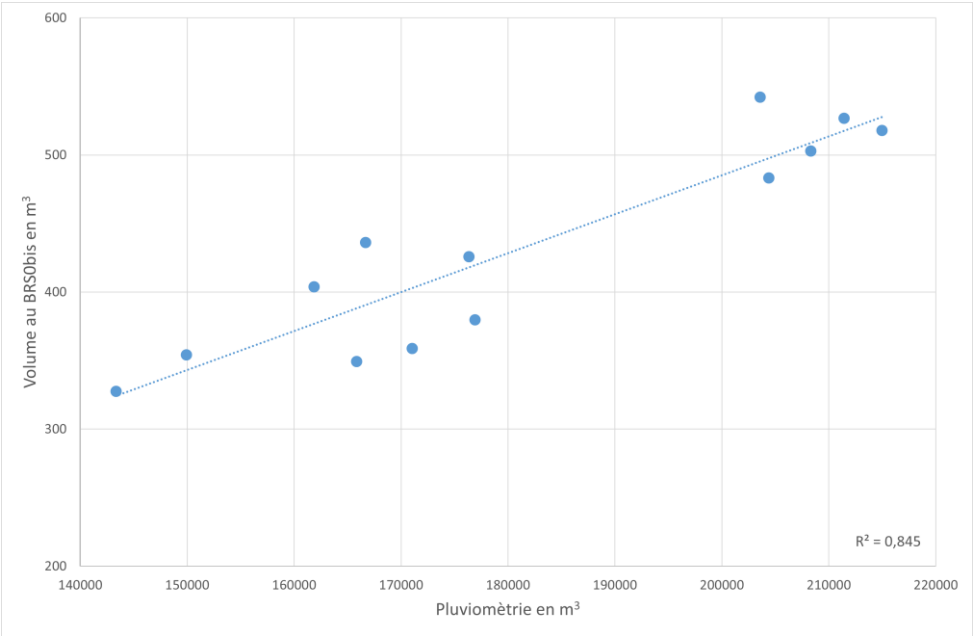


Figure 4-3 *Corrélation entre les volumes mesurés au BRS0bis et la pluviométrie associée depuis 2012*

Les effluents des réseaux RSGE et RSGEBis sont entreposés en cuves et font l’objet de transferts concertés vers Orano Recyclage. Le faible volume récupéré via le BRS0 ne nécessite que deux transferts par an, réalisés en juin et en décembre. La fréquence des vidanges de cuves entreposant les effluents provenant du BRS0bis est variable et dépend de la pluviométrie. En 2024, 31 transferts d’effluents du BRS0bis ont eu lieu de façon concertée avec Orano, pour un volume rejeté moyen de 18 m³ par vidange (cf. Tableau 4-5).

Tableau 4-5 *Bilan 2024 des volumes transférés à Orano en provenance du BRS0bis*

Date de vidange	Volume évacué (m³)	Date de vidange	Volume évacué (m³)
05-janv-24	33,40	04-juin-24	15,05
10-janv-24	14,90	10-juil-24	16,55
19-janv-24	15,95	31-juil-24	14,00
26-janv-24	12,30	16-août-24	7,25
09-févr-24	21,40	09-sept-24	26,60
16-févr-24	21,00	17-sept-24	13,80
22-févr-24	18,10	02-oct-24	15,20
28-févr-24	25,20	15-oct-24	13,90
06-mars-24	26,80	24-oct-24	18,60

Date de vidange	Volume évacué (m³)	Date de vidange	Volume évacué (m³)
14-mars-24	15,40	31-oct-24	11,60
22-mars-24	15,70	15-nov-24	15,25
05-avr-24	23,80	03-déc-24	38,00
12-avr-24	13,70	10-déc-24	18,20
24-avr-24	12,80	20-déc-24	21,10
07-mai-24	18,20	27-déc-24	13,10
16-mai-24	9,75		
Total annuel (m³)	556,60		

4.2.5 Suivi des écoulements dans les BRS raccordés au RSGE

4.2.5.1 Généralités

La surveillance du RSGE et du RSGEbis est complétée par des contrôles amont sur les BRS situés dans les galeries, chacun d'entre eux étant dévolu à la collecte des effluents issus d'un ouvrage ou d'un groupe d'ouvrages de stockage.

Les BRS raccordés au collecteur du RSGE sont au nombre de 107 :

- 68 situés dans la galerie ouest et dans la galerie centrale sont reliés à la branche ouest ;
- 39 situés dans la galerie sud et dans la galerie est sont reliés à la branche est.

Les écoulements observés dans les BRS trouvent très vraisemblablement leurs origines principales dans les phénomènes suivants :

- des écoulements « parasites » en provenance de la périphérie du Centre selon le même mode que celui mis en évidence sur le BRS002 ;
- un phénomène extrêmement progressif de ressuyage des matériaux de la couverture situés sous la membrane (couche de forme), conduisant à une exsudation lente, continue et décroissante des matériaux. Ce type de phénomène conduit à un tarissement des écoulements ;
- des apports par condensation de l'eau présente dans l'air introduit dans les galeries du RSGE par la ventilation produisant ainsi des écoulements variables, pour un volume restant cependant faible ;
- de potentiels apports liés à des défauts ponctuels d'étanchéité de la géomembrane bitumineuse, dont l'occurrence, bien que fort peu probable, ne peut être totalement exclue.

L'ensemble de ces réflexions a été synthétisé dans une note expliquant les différents types d'écoulements constatés au niveau des BRS (16).

Conformément au PRS (8), les BRS font l'objet d'une campagne annuelle de mesures de débit et d'échantillonnage pour ceux contenant de l'eau en quantité suffisante au regard des analyses à effectuer.

Depuis 2010, cette surveillance a été renforcée par des campagnes de mesures de débit à fréquence trimestrielle. Cette surveillance trimestrielle intervient dans le cadre des engagements pris par l'Andra lors de l'instruction du rapport de sûreté 2009 (17). L'objectif de cette surveillance complémentaire vise à détecter d'éventuelles variations saisonnières des débits des BRS, notamment ceux de la galerie centrale.

Pour rappel, en aval de ces BRS et en amont du point BRS0, il existe deux points de contrôle appelés BRS OU et BRS ES, disposés sur le collecteur du RSGE, qui permettent une surveillance sectorisée des deux branches du RSGE (cf. Figure 1-5) :

- le BRS-OU situé à l'exutoire de la branche ouest du RSGE ;
- le BRS-ES situé à l'exutoire de la branche est du RSGE.

En ces deux exutoires sont réalisées chaque semaine des mesures ponctuelles de débits.

4.2.5.2 **Suivi des écoulements de la branche ouest et centrale du RSGE et comparaison au BRS-OU**

Les débits mesurés aux BRS situés dans la galerie ouest et la galerie centrale lors des campagnes trimestrielles (mars, juin, septembre et décembre) sont présentés dans le Tableau 4-6. Ce tableau précise également la moyenne des débits calculée sur les cinq mesures effectuées en 2024.

Les mesures de débit montrent que, sur les 68 BRS des galeries ouest et centrale raccordés au BRS0 :

- 36 BRS contribuent aux écoulements mesurés à l'exutoire BRS-OU. Sur ces 36 BRS, 34 présentent des écoulements moyens faibles de moins de 1 ml/min dont 19 ayant des écoulements inférieurs à 0,1 ml/min ;
- le principal contributeur est le BRS041 (situé en bordure ouest) qui présente un écoulement moyen pour l'année 2024 de 2,26 ml/min ; cette valeur est légèrement plus faible que la moyenne des débits constatés sur ce BRS les années précédentes (5,18 ml/min). Il est à noter que ce BRS présente des écoulements toute l'année et depuis juin 2022 les débits mesurés sont relativement stables ;
- le BRS034 présente un débit moyen annuel supérieur à 1 ml/min en lien avec une augmentation du débit en mars (2,01 ml/min) qui n'a pas été observé les mois suivants. Les autres résultats sont proches de 0,9 ml/min, valeurs habituellement mesurées ;
- le BRS027 et le BRS82 présentent des écoulements proches de 1 ml/min équivalents aux années précédentes.

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-OU sont présentées au Tableau 10-32. Les valeurs mesurées individuellement à chaque BRS sont légèrement plus faibles en comparaison avec les mesures ponctuelles de débits mesurés au BRS-OU. En effet, la somme des débits individuels est de 10 ml/min en 2024 pour une moyenne annuelle de 25 ml/min au BRS-OU (cf. Tableau 10-32). Cet écart est dû à la différence de méthodologie d'acquisition des mesures : au BRS-OU il s'agit de la moyenne des mesures hebdomadaires de débit, tandis que les mesures trimestrielles à chaque BRS sont ponctuelles et ne représentent que les écoulements du moment.

En 2024, le débit annuel moyen au point BRS-OU est similaire à celui de 2023 (respectivement 25 ml/min et 24 ml/min). Même si les débits les plus forts sont généralement mesurés en début et en fin d'année durant la période de pluviométrie plus intense, cette branche du RSGE reste assez peu sensible à la pluviométrie puisque les fluctuations de débits restent limitées (entre 13 ml/min et 42 ml/min).

Tableau 4-6 Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries ouest et centrale

BRS des galeries Ouest et centrale	mars-24 mL/min	juin-24 mL/min	sept-24 mL/min	déc-24 mL/min	Moyenne des débits mL/min
136	0,46	0,20	0,17	0,35	0,30
27	0,85	0,84	0,87	0,84	0,85
141	0,07	0,07	0,03	0,07	0,06
34	2,01	0,85	0,91	0,86	1,16
145	0,03	0,03	0,09	0,11	0,07
41	1,96	2,49	2,37	2,23	2,26
139	0,28	0,61	0,31	0,30	0,38
137	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03
109	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
144	0,56	0,56	0,49	0,74	0,59
143	0,35	0,25	0,25	0,54	0,35
22	0,02	0,00	0,03	0,00	0,01
108	0,69	0,08	0,08	1,24	0,52
110	0,62	0,04	0,00	0,00	0,17
8	0,06	0,01	0,15	0,04	0,07
72	0,01	0,00	0,05	0,01	0,02
19	0,10	0,07	0,07	0,23	0,12
47	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01
158	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
100	0,02	0,00	0,05	0,00	0,02
7	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02
9	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
4	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
45	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
138	0,12	0,08	0,00	0,00	0,05
82	0,74	0,66	0,80	0,45	0,66
81	0,53	0,52	0,60	0,50	0,54
88	0,25	0,36	0,47	0,42	0,38
33	0,14	0,08	0,13	0,12	0,12
38	0,49	0,32	0,40	0,45	0,42
107	0,27	0,24	0,26	0,38	0,29
49	0,04	0,06	0,08	0,13	0,08
87	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
48	0,43	0,27	0,60	0,40	0,43
39	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
24	0,05	0,04	0,08	0,08	0,06

écoulement > 1 mL/min

écoulement compris entre 0,1 et 1 mL/min

écoulement < 0,1 mL/min

4.2.5.3 Suivi des écoulements au BRS Est (BRS-ES)

Le Tableau 4-7 présente les débits mesurés aux principaux BRS situés dans la galerie est et la galerie sud lors des campagnes trimestrielles. Ce tableau précise également la moyenne des débits calculée sur les quatre mesures effectuées en 2024.

Tableau 4-7 Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries est et sud

BRS des galeries est et sud	mars-24 mL/min	juin-24 mL/min	sept-24 mL/min	déc-24 mL/min	Moyenne des débits mL/min
126	0,00	0,28	0,40	0,38	0,27
123	0,67	0,53	0,60	0,39	0,55
124	0,13	0,01	0,07	0,12	0,08
122	0,00	0,16	0,12	0,05	0,08
125	0,00	0,00	0,06	0,02	0,02
23	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
44	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02
102	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
5	0,01	0,00	0,00	0,05	0,02
131	0,14	0,12	0,24	0,22	0,18
128	0,48	0,10	0,22	1,09	0,47
132	0,05	0,04	0,29	0,01	0,10
129	0,02	0,01	0,12	0,02	0,04
153	0,03	0,00	0,00	0,07	0,03
151	6,41	1,44	0,13	2,09	2,52

écoulement > 1 mL/min

écoulement compris entre 0,1 et 1 mL/min

écoulement < 0,1 mL/min

Les mesures trimestrielles de débit montrent que, sur les 39 BRS des galeries est et sud raccordés au BRS0 :

- 15 BRS contribuent aux écoulements mesurés à l'exutoire BRS-ES ;
- l'ensemble des BRS ont un débit inférieur à 1 ml/min sauf le BRS151 qui présente des écoulements en très forte augmentation.

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-ES sont présentées dans le Tableau 10-35. Les valeurs mesurées individuellement à chaque BRS sont cohérentes avec les mesures ponctuelles de débits mesurés au BRS-ES. En effet, la somme des débits individuels est de 4,4 mL/min en 2024 pour une moyenne annuelle de 4,6 mL/min au BRS-ES (cf. Tableau 10-35).

En 2024, le débit annuel moyen au point BRS-ES est en augmentation par rapport à 2023, respectivement 4,6 mL/min et 3,9 mL/min, probablement en lien avec l'augmentation des écoulements au BRS151. Les valeurs de débit mesurés au BRS-ES sont cohérentes avec la pluviométrie constatée cette année.

4.2.5.4 Conclusion

Les débits mesurés sur les BRS en 2024 présentent peu d'évolution par rapport aux années précédentes en termes de débits moyens, ce qui est cohérent avec le volume annuel mesuré au BRS0.

Les principaux BRS raccordés au RSGE montrant un débit supérieur ou proche de 1 mL/min sont, comme les années précédentes, le BRS027, le BRS034 et le BRS041, situés au niveau de la tranche 2 dans la galerie ouest. En termes d'évolution, seul le BRS151 présente une forte augmentation des débits mais qui n'appelle pas de dispositions particulières en dehors du suivi réglementaire courant (il est situé proche du BRS149, cf. Figure 1-4).

Les débits aux exutoires BRS-OU et BRS-ES sont en légère augmentation, respectivement 25 mL/min et 4,6 mL/min.

4.2.6 Suivi des écoulements des BRS parasités par des infiltrations en bordure et raccordés au BRS0BIS

4.2.6.1 Généralités

Pour rappel, depuis 2011, les trois BRS (BRS002, BRS114 et BRS149) présentant des écoulements liés à des infiltrations parasites ont été déviés *via* le RSGEbis dont le point de contrôle est le BRS0bis (cf. Figure 1-2).

4.2.6.2 Écoulements au BRS002

Sur la base des différents essais entrepris ces dernières années (cf. paragraphe 4.2.5.4 du bilan annuel 2017 (18), et paragraphe 2.1.5.2 du bilan annuel 2021 (19)), les écoulements observés au BRS002 apparaissent liés à la pluviométrie et aux volumes collectés par le drainage de la couverture (CMED) : en période de fortes pluies, les volumes augmentent à la fois à la CMED et au BRS002 et dans les deux cas sont moindres en période sèche. Les eaux collectées par le BRS002 proviennent de la périphérie de la couverture, par infiltrations en pied de talus dans la zone nord -est, et par des défauts de raccordement de la membrane sur les chambres de drainage CD4, CD5 et CD6.

En 2024, le volume collecté par le BRS002 est estimé à 515 m³.

4.2.6.3 Écoulements au BRS114

Depuis 2015 et suite aux travaux d'étanchéification des caniveaux pluviaux de la route périphérique réalisés en 2014 et en 2016, aucun débit n'a été comptabilisé par le débitmètre à augets basculeurs installé au BRS114. Ces mesures sont consolidées par l'observation de l'absence de traces d'humidité au fond du bac en inox servant de réceptacle au débitmètre. En 2023, le débitmètre a été retiré et le suivi de ce BRS114 a été intégré au suivi des autres BRS par mesure manuelle de débit tous les trois mois.

Aucun débit n'a été mesuré en 2024.

4.2.6.4 Écoulements au BRS149

Les écoulements du BRS149 ne réagissent pas directement aux pluies (pas de pics en réaction rapide à la pluie suivis de courbes de tarissement), mais affichent des variations lentes des débits en réaction aux périodes plus ou moins pluvieuses. Ainsi, en 2024, on observe des débits de l'ordre de 5 L/h à 8 L/h jusqu'à mi-avril, puis un tarissement lent avec une petite remontée des débits du 1^{er} au 15 mai ; ensuite le tarissement reprend jusqu'à mi-juillet pour atteindre des débits constants de l'ordre de 0,3 à 0,5 L/h pendant l'été. A partir de mi-septembre, les débits augmentent avec les pluies d'automne (entre 3 et 6L/h).

En 2024, le volume collecté par le BRS149 est de 27 m³.

4.2.6.5 Conclusion

Le volume collecté par le BRS0bis est de 542 m³ en 2024. Comme les années précédentes, le principal BRS contributeur des volumes relevés au BRS0bis est le BRS002 avec 95 %. Aucun écoulement n'a été mesuré au BRS114 suite aux travaux d'étanchéification des caniveaux de voirie réalisés en 2014 et 2016.

Ainsi, la répartition des volumes collectés au BRS0bis établie entre le BRS02 et le BRS149 est de l'ordre de 90% à 95% pour le BRS002 et 5% à 10% pour le BRS149 ces dernières années. Compte tenu de la bonne connaissance du comportement hydraulique de ces deux BRS et de l'origine périphérique des eaux collectées, il n'apparaît plus nécessaire de mesurer en continu ces débits avec des débitmètres, et il convient de passer à des mesures manuelles trimestrielles comme pour les autres BRS, tout en conservant la mesure du volume annuel du BRS0bis ; un ratio de 90%-10% pourra être appliqué pour avoir la répartition BRS002-BRS149 avec un contrôle de cohérence par les mesures manuelles trimestrielles.

4.2.7

Suivi des écoulements dans les chambres de drainage – Comportement hydraulique de la couverture

Dans le cadre de la surveillance de la couverture du CSM, le suivi hydraulique des différents réseaux du Centre contribue à s'assurer du maintien des performances d'étanchéité de la couverture et participe à l'appréciation de l'éventuelle évolution de son comportement.

Dans ce paragraphe, les indicateurs suivis sont :

- les volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane ;
- le *ratio* « Drains sous membrane/Drains sur membrane » ;
- le *ratio* « Drains sur membrane/Pluie ».

4.2.7.1 Comparaison des volumes collectés par les drains sous membrane en rapport avec la pluviométrie

Le Tableau 4-8 présente les volumes récupérés par l'ensemble des drains sous-membrane depuis 2015.

Tableau 4-8 *Évolution, sur les dix dernières années, des volumes d'eaux recueillis par les drains sous membrane*

Année	Pluviométrie en mm	Pluviométrie en m ³ sur 12 ha	Volume annuel total des drains sous membranes en m ³	Vol des drains sous membrane correspondant à une lame d'eau (en mm)	Ratio vol-drains /vol-pluie
2015	1 079	129 480	38,9	0,32	0,030 %
2016	956	114 660	33,0	0,28	0,029 %
2017	1 140	136 812	43,0	0,36	0,031 %
2018	1 000	119 940	31,7	0,26	0,026 %
2019	1 106	132 660	34,8	0,29	0,026 %
2020	1 363	163 500	30,5	0,25	0,019 %
2021	1 176	141 120	27,3	0,23	0,019 %
2022	1 179	141 480	26,8	0,22	0,019 %
2023	1 433	171 960	22,6	0,19	0,013 %
2024	1 357	162 840	21,3	0,18	0,013%
Moyenne	1 179	141 445	31,0	0,26	0,023%

En 2024, le cumul des volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane est de 21,3 m³ assez proche de celui de 2023. Ce volume semble cependant sous-estimé en raison de dysfonctionnements dans la CD11 (cf. Tableau 4-9 et commentaires ci-après).

Ce cumul ne représente que 0,013 % de la pluviométrie et est inférieur à la moyenne des 10 dernières années (0,023 %).

Tableau 4-9 Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane présentant des écoulements entre 2015 et 2024

N° Chambre de Drainage	N° des drains présentant un écoulement	Localisation du drain sous membrane	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
			litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres
CD14	150BO110	pieds de talus 110 O	18669	17157	25516	15946	14479	9846	13763	13239	18579	18681
CD14	150BO111	pieds de talus 111 O	807	1002	270	1	1	1	1	0	0	0
CD4	150BE100	pieds de talus 100 E	0	0	0	0	0	788	2280	157	343	114
CD4	150BE101	pieds de talus 101 E	205	450	367	130	1	1	107	1015	1086	662
CD5	150HE 102/103	toit du talus 102 E	149	340	0	0	0	1	65	178	152	82
CD6	150BE104	pieds de talus 104 E	9	7	32	57	42	49	107	247	947	647
CD9	150BO111	pieds de talus 111 E	179	94	4	46	511	305	316	255	60	6
CD10	150BE112	pieds de talus 112 E	710	371	441	107	232	202	204	493	732	404
CD11	150BE112bis	pieds de talus 112 bis	16242	12064	15684	14967	19176	18885	9874	10053	42	6
CD11	150BE113	pieds de talus 113 E	1877	1464	684	477	319	377	502	402	200	248
CD 23	150BE116	toit et talus 116E	0	0	0	0	0	0	28	716	392	211
Volume annuel des drains ayant un débit important			38 848	32 949	42 999	31 731	34 762	30 456	27 248	26 755	22 533	21 061
Volume annuel de tous les drains			38 849	32 964	43 019	31 741	34 763	30 462	27 282	26 780	22 615	21 335

En 2024, la plupart des volumes collectés par les drains évolue peu par rapport à 2023 (cf. Tableau 4-9). Le drain CD11-112bis (talus 112b de la CD11) présente un débit très faible comparativement aux années 2015-2022 (débit de l'ordre de 10-15000 L/an). En 2023, le débit avait diminué à 42 L/an en raison d'un défaut de jonction du drain dans la chambre de drainage, les eaux qui passaient précédemment à l'intérieur du drain (et étaient comptabilisées par le débitmètre) cheminent à présent à l'extérieur du drain en coulant sur le mur de la chambre pour partie à l'intérieur et probablement aussi à l'extérieur dans les terrains.

Ce type de dysfonctionnement (jonction des drains dans les chambres de drainage) est identifié dans plusieurs chambres depuis l'origine. En effet, les glissements des talus ont déplacé légèrement les drains en pied de talus et en particulier au droit des chambres, décollant les soudures de la membrane autour des drains et créant des fuites. C'est pourquoi dans ces cas, l'eau des drains sur membrane passe en dessous et est collectée par les drains sous membrane ; ainsi les eaux des drains sous membrane proviennent principalement des défauts de soudures au droit des chambres de drainage en pied de talus, et ne proviennent pas de défaut de la couverture. Aussi il apparaît qu'au vu de ces infiltrations, le suivi des drains sous membrane n'est, à ce jour, pas suffisamment pertinent pour suivre la performance de la couverture.

Concernant les débits enregistrés en 2024, le drain de la CD14 représente 82% du volume annuel de tous les drains, les autres drains contribuant chacun à hauteur de quelques pourcents (<5%) du volume annuel total.

4.2.7.2 Comparaison « drains sous membrane/drains sur membrane »

Les volumes d'eau des drains sur membrane sont mesurés au point RP300 (débitmètre CMED) en déduisant de ce volume les volumes mesurés sur chaque drain sous membrane. Le rapport « drains sous membrane/drains sur membrane » (Dssmb/Dmb) permet de comparer le volume d'eau récupéré par les drains sous membrane au volume ayant transité sur la membrane (lié à la pluviométrie). L'analyse de ce rapport moyen annuel peut traduire une évolution du nombre et/ou de l'importance des défauts de la membrane, indépendamment des années sèches ou pluvieuses.

En 2024, le ratio moyen annuel est de 0,04 % (cf. Tableau 4-10). Ce ratio est faible, identique à celui de 2020.

Tableau 4-10 Ratio du drainage sous membrane/drainage sur membrane de 2015 à 2024

MOIS	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
2015	0,08%	0,12%	0,09%	0,14%	0,45%	0,57%	0,26%	0,10%	0,13%	0,27%	0,09%	0,07%	0,20%
2016	0,08%	0,09%	0,10%	0,22%	0,54%	0,16%	0,20%	0,27%	0,17%	0,00%	0,06%	0,06%	0,16%
2017	0,11%	0,11%	0,09%	0,38%	0,22%	0,42%	0,06%	0,13%	0,16%	0,08%	0,14%	0,10%	0,17%
2018	0,08%	0,07%	0,09%	0,09%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,07%	0,07%	0,05%
2019	0,17%	0,09%	0,09%	0,17%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,07%	0,07%	0,08%	0,06%
2020	0,08%	0,06%	0,03%	0,11%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,07%	0,06%	0,04%	0,04%
2021	0,05%	0,03%	0,10%	0,00%	0,04%	0,05%	0,11%	0,18%	0,00%	0,08%	0,09%	0,07%	0,07%
2022	0,07%	0,07%	0,09%	0,21%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,07%	0,06%	0,02%	0,05%
2023	0,02%	0,18%	0,04%	0,06%	0,16%	0,05%	0,00%	0,06%	0,08%	0,03%	0,02%	0,02%	0,06%
2024	0,03%	0,02%	0,03%	0,06%	0,09%	0,09%	0,00%	0,00%	0,04%	0,05%	0,03%	0,03%	0,04%
Moyenne interannuelle													0,09%

4.2.7.3 Comparaison « drains sur membrane/pluie »

Le suivi du ratio « drains sur membrane/pluie » permet de détecter une éventuelle évolution du comportement hydraulique des matériaux situés au-dessus de la couverture (terre végétale, schistes, sable sur membrane et réseaux de drainage). Celui-ci varie d'une année sur l'autre en fonction des années « sèches » ou « humides » (c'est-à-dire en fonction des pluies et de l'évapotranspiration réelle (ETR)). Il est également sensible à la saisonnalité (été – hiver). C'est pourquoi il est préférable de suivre ce ratio en saison de drainage intense (SDI), soit en période hivernale pendant laquelle l'ETR est faible voire quasi-nulle, et pour un état des matériaux de couverture proche de la saturation car l'infiltration jusqu'à la membrane est alors maximale.

Les périodes de SDI observées sur la couverture du CSM et les coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane (Dmb/P) sont présentés dans le Tableau 4-11.

Tableau 4-11 Périodes de SDI et valeurs des coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane

Année	Saison de drainage intense	Dmb / P
1997-1998	du 08/10/97 au 01/05/98	0,359
1998-1999	du 09/10/98 au 01/06/99	0,405
1999-2000	du 19/11/99 au 20/05/00	0,412
2000-2001	du 11/10/00 au 05/05/01	0,461
2001-2002	du 19/10/01 au 27/04/02	0,492
2002-2003	du 24/10/02 au 23/04/03	0,494
2003-2004	du 23/11/03 au 05/05/04	0,511
2004-2005	du 13/10/04 au 15/05/05	0,456
2005-2006	du 26/10/05 au 13/04/06	0,522
2006-2007	du 18/11/06 au 10/05/07	0,533
2007-2008	du 24/11/07 au 22/04/08	0,482
2008-2009	du 27/10/08 au 17/04/09	0,548
2009-2010	du 03/11/09 au 03/04/10	0,600
2010-2011	du 29/10/10 au 06/04/11	0,641
2011-2012	du 01/12/11 au 10/03/12	0,467
2012-2013	du 03/10/12 au 16/04/13	0,455
2013-2014	du 27/10/13 au 08/04/14	0,552
2014-2015	du 12/10/14 au 14/04/15	0,518
2015-2016	du 07/11/15 au 06/04/16	0,500
2016-2017	du 19/11/16 au 16/04/17	0,597
2017-2018	du 11/11/17 au 10/04/18	0,532
2018-2019	du 27/11/18 au 28/03/19	0,560
2019-2020	du 07/10/19 au 17/04/20	0,603
2020-2021	du 03/10/20 au 10/04/21	0,609
2021-2022	du 21/10/21 au 24/04/22	0,514

Année	Saison de drainage intense	Dmb / P
2022-2023	du 03/11/22 au 09/04/23	0,619
2023-2024	du 24/10/23 au 15/04/24	0,591
MOYENNE		0,520

Pour l'année 2023-2024, ce coefficient de restitution est de 0,591 au-dessus de la valeur moyenne actualisée de 0,520. Cela correspond à plus de la moitié (59 %) de la pluie en SDI qui est collectée sur la membrane. Ce ratio est du même ordre de grandeur que celui des années 2009/2010, et 2016/2017.

4.2.8 Évaluation de la performance globale de la couverture

4.2.8.1 Généralités

L'indicateur de performance globale de la couverture est calculé à partir de l'ensemble des données hydrologiques enregistrées en 2024. L'infiltration d'eau doit être inférieure à 5 litres d'eau par m² et par an comme définie dans les RGE (14). Ce critère permet de vérifier la bonne performance de l'étanchéité de la couverture et le respect du domaine d'exploitation pour ce paramètre¹.

Il tient compte :

- des volumes collectés dans les drains sous-membrane (cf. paragraphe 4.2.7) ;
- des volumes collectés dans le RSGE (cf. paragraphe 4.2.4) ;
- des volumes estimés s'infiltrant au travers du massif géologique (cf. paragraphe 4.2.8.2).

Toutefois, l'Andra considère (cf. RDS 2021 -Vol. IV – Chapitre 4.2 (20)) que cette approche est empreinte d'une forte incertitude et rappelle ci-après les indicateurs qu'elle considère comme pertinents vis-à-vis de la performance hydraulique de la couverture.

» NOTE IMPORTANTE

À ce jour, le retour d'expérience amène l'Andra à considérer que les indicateurs les plus pertinents permettant de fonder la justification de la démonstration de l'efficacité de la couverture actuelle sont :

- les résultats des contrôles effectués sur la membrane bitumineuse par le biais des observations directes de son état (prélèvements ponctuels réalisés dans le cadre du plan de surveillance) ;
- les résultats des observations et des contrôles topographiques de la couverture permettant d'identifier d'éventuelles zones de tassement dommageables pour l'intégrité de la géomembrane ;
- l'évolution de la contribution des activités radiologiques du RSGE aux rejets annuels du Centre ;
- les résultats de la surveillance de l'environnement du Centre (en particulier l'évolution des activités en tritium dans les eaux souterraines et les ruisseaux en aval du Centre).

L'évolution de la configuration de la couverture (cf. Partie II, vol. V, chap. 1 du RDS 2021) conduira vraisemblablement à modifier les modalités de démonstration de l'efficacité de la couverture, en regard des objectifs qui y sont alloués.

¹ Pour mémoire, pour le paramètre infiltration, le domaine d'exploitation est défini à 5L/m²/an, le domaine autorisé à 10L/m²/an.

4.2.8.2 Estimation de l'infiltration vers le massif géologique à travers la couverture du Centre

La méthodologie exploitant les mesures faites dans la nappe est détaillée au paragraphe 10.11.

Orano Recyclage réalise des pompages d'eau de la nappe phréatique destinés à mettre hors d'eau les radiers de certaines de leurs installations et provoquant un rabattement de la nappe phréatique sous le CSM (en particulier au niveau de la zone sud-ouest du site, cf. Figure 6-5 et Figure 6-6). En 2024, le volume d'eau souterraine pompé dans la fosse de relevage du bâtiment EEV-SE, situé près de la clôture ouest du CSM, est de 75 795 m³ (donnée Orano Recyclage, cf. Tableau 10-54). L'activité volumique tritium moyenne mesurée au point de contrôle EEV-SE est de 27,7 Bq/L (Tableau 10-54).

Calcul du tritium collecté au point EEV-SE en 2024 : $(75\,795 \times 10^3 \times 27,7)/10^9 = 2,1$ GBq.

En considérant le rapport de la surface soumise à l'influence des pompes de drainage du bâtiment EEV SE (égale à celle de la tranche 3) sur la surface totale du stockage (31 %), et en prenant en première approximation comme hypothèses, (i) une répartition uniforme du tritium dans chacune des trois tranches d'ouvrages de stockage, (ii) que les trois tranches d'ouvrages présentent des propriétés de confinement similaires vis-à-vis du tritium, et (iii) que l'activité de l'eau pompée sous le radier du bâtiment EEV-SE correspond à l'activité tritium relâchée de la tranche 3 à l'échelle d'une année, nous pouvons estimer le relâchement annuel de tritium lié aux infiltrations vers le massif géologique pour l'ensemble du stockage (hors événement tritium de 1976) à :

$2,1 / 31\% = 6,8$ GBq de tritium relâché au droit de la surface totale du stockage en 2024.

Avec : surface TR3 = 34 010 m² ; surface TR2 = 50 210 m² ; surface TR1 = 26 350 m² ; rapport $S_{TR3}/(S_{TOTAL}) = 34\,010/110\,570 = 31\%$

Le ratio [Volume BRS0/relâchement tritium associé] est calculé pour appréhender les mètres cubes par GBq d'eau d'infiltration.

En 2024, le relâchement correspondant aux 9,6 m³ mesurés au BRS0 est de 0,506 GBq.

Avec beaucoup de précautions, compte tenu des imprécisions et des hypothèses prises, le débit d'infiltration annuel vers le massif géologique peut alors être estimé à :

[Volume BRS0/relâchement tritium associé] x relâchement tritium estimé correspondant aux fuites vers le massif géologique, soit :

$(9,6 \text{ m}^3/0,506 \text{ GBq}) \times 6,8 \text{ GBq}$ soit 129 m³ d'eau s'infiltrant sur la surface de 12 ha (120 000 m²) de la couverture, **le flux hydraulique estimé est de 1,07 L/m² par an** qui s'infiltrerait vers le milieu géologique au droit du stockage.

4.2.8.3 Évaluation de la performance d'étanchéité de la couverture

Le Tableau 4-12 précise les résultats obtenus en 2024.

Tableau 4-12 Contribution des différents apports aux infiltrations sous-membrane : calcul de performance 2024

	Volumes collectés (m ³)	Flux annuels calculés sur les 12 ha de couverture (L/m ² /an)
RSGE	9,6	0,08
Drains sous-membrane	21,3	0,18
Infiltration vers le massif géologique	128,5	1,07
Total	159,4	1,33

En 2024, sur la base des critères d'évaluation en vigueur et conformément aux RGE (14), la performance globale d'étanchéité de la couverture est de 1,33 L/m²/an (à comparer au critère de 5 L/m²/an), la majorité provenant de l'estimation du débit d'infiltration vers le massif géologique.

4.2.9 Conclusion

Le bilan des volumes des différents réseaux du Centre met en évidence un fonctionnement normal. Aucune anomalie n'est constatée. Le niveau des écoulements et des différentes contributions reste stable par rapport aux années précédentes et en lien avec la pluviométrie.

Le faible volume d'effluents collectés *via* le BRS0 (drainant 107 BRS) atteste du bon comportement de l'étanchéité de la couverture. Ce réseau est peu impacté par la pluviométrie (sauf le BRS0bis qui est réactif à la pluviométrie en raison d'infiltrations parasites en périphérie de la couverture).

Le critère de performance d'étanchéité de la couverture reste très satisfaisant (**1,33 L/m²/an**) et confirme les bonnes performances d'étanchéité de la couverture, ceci est par ailleurs confirmé en regard des bons résultats obtenus pour les autres indicateurs de performance retenus dans le cadre du RDS 2021 (cf. paragraphe 4.2.8.1).

4.3 Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)

4.3.1 Généralités

Les réseaux de collectes des eaux du Centre sont orientés vers un exutoire appelé « chambre de mesure globale » (CMG, cf. Figure 4 2). A l'aval de ce point de contrôle, ces eaux sont transférées vers les installations d'Orano Recyclage et gérées par ce dernier dans le cadre d'un protocole de « gestion des eaux » entre Andra et Orano Recyclage (11). À la sortie de la CMG, les eaux pluviales transitent par un bassin d'orage situé sur le site d'Orano Recyclage et dédié spécifiquement aux eaux pluviales provenant du CSM. Ce bassin permet de réguler le débit des eaux pluviales venant de la CMG avant qu'elles soient mélangées aux eaux pluviales d'Orano Recyclage et rejetées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène au point GPNE.

4.3.2 Suivi radiologique des eaux pluviales

4.3.2.1 Résultats des analyses radiologiques

Les analyses radiologiques sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements de trois jours. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-9.

En 2024, 73 prélèvements ont pu être réalisés.

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le Tableau 4-13.

Tableau 4-13 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle CMG

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	5,8	12	≤2,1
Indice alpha global (Bq/L)	≤0,017	0,039	≤0,013
Indice bêta global (Bq/L)	0,094	0,22	≤0,037
Potassium (mg/L)	1,33	2,50	0,94

La concentration volumique en tritium mesurée dans les eaux pluviales est du même niveau de concentration que celle mesurée dans la pluie (cf. Tableau 5-1). De plus, la présence de tritium est également détectée dans l'air sous forme de vapeur d'eau (HTO) et de tritium gazeux (HT) (cf. Tableau 10-41). Les rejets gazeux du CSM n'étant liés qu'à des émanations diffuses, les activités tritium mesurées dans la pluie et dans les eaux pluviales du CSM peuvent raisonnablement être reliées aux rejets gazeux effectués par Orano Recyclage et varient en fonction de la météorologie (direction et force du vent).

Les niveaux de concentration mesurés en 2024 sont similaires à ceux des années précédentes.

Les résultats des mesures des indices alpha et bêta globaux sont du niveau usuellement mesuré dans l'environnement et similaires à ceux mesurés les années précédentes. La teneur moyenne en potassium est de 1,33 mg/L contribuant, via le ^{40}K à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,037 Bq/L soit environ 40 % de l'activité bêta globale.

En complément de ces analyses régulières, des analyses à bas seuils sont réalisées chaque semestre. Les RN recherchés correspondent aux principaux RN présents dans l'inventaire du stockage. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le Tableau 10-11.

Le tritium est mesuré à un niveau cohérent avec les analyses hebdomadaires (8 Bq/L au premier semestre et 6,6 Bq/L au deuxième trimestre). Aucun autre RN artificiel n'est mis en évidence. La présence de quelques RN naturels (isotopes et descendants de l'uranium) à des niveaux de concentrations compatibles avec ceux présents dans l'environnement est également détectée.

4.3.2.2 Calcul des relâchements

Les relâchements en tritium, alpha global et bêta global sont présentés dans le Tableau 10-10; ceux des autres RN sont présentés dans le Tableau 10-11. Le calcul de ces relâchements est majorant pour tous les RN dont le résultat est en SD car, dans ce cas, c'est la valeur du seuil qui est prise en compte pour le calcul (cf. méthodologie détaillée au paragraphe 10.6.1).

Les résultats sont cohérents avec ceux des années précédentes.

4.3.2.3 Comparaison aux limites de rejet réglementaires

Au titre de l'arrêté d'autorisation de rejet (1) et du protocole de gestion des eaux entre Orano Recyclage et l'Andra (11), les résultats de 2024 et les limites à respecter sont indiqués dans le Tableau 4-14.

Tableau 4-14 Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2024 à la CMG

Paramètres	Limites autorisées	Résultats 2024
Volume total annuel rejeté ²	60 000 m ³	32 399 m ³
Débit instantané en sortie de la CMG	4 200 L/s	Maximum : 629 L/s
Concentration moyenne en tritium	30 Bq/L	5,8 Bq/L
Concentration moyenne hebdomadaire en tritium	100 Bq/L	Maximum : 12 Bq/L ³

L'ensemble des paramètres radiologiques et volumétriques respecte les limites réglementaires.

² Avec l'hypothèse d'une pluviométrie à 1 000 mm

³ Concernant le respect de la limite de concentration moyenne hebdomadaire en tritium, la valeur indiquée correspond en fait au maximum des valeurs mesurées sur les prélèvements représentatifs de 3 jours d'écoulement ; cette limite étant respectée sur toutes les périodes de 3 jours, elle l'est a fortiori sur une semaine.

4.3.3 Suivi physico-chimique des eaux pluviales

4.3.3.1 Résultats des analyses physico-chimiques

Des analyses physico-chimiques sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements mensuels mesurés au point CMG ; les résultats de ces analyses sont présentés dans le Tableau 10-12. Des analyses plus complètes sont également réalisées deux fois par an ; les résultats sont présentés dans le Tableau 10-13.

Pour l'année 2024, les concentrations des paramètres physico-chimiques sont comparables aux résultats des années précédentes et montrent une bonne stabilité de la composition chimique des eaux pluviales. Les éléments mesurés proviennent de la dissolution ou de la lixiviation des matériaux traversés.

Les mesures de pH sont réalisées dans les prélèvements représentatifs de trois jours d'écoulements ; en 2024, les valeurs de pH sont comprises entre 7,2 et 8,4 (cf. Tableau 10-9) et sont comparables aux années précédentes. Le milieu est proche de la neutralité acido-basique. Ces valeurs sont compatibles avec la protection de la vie aquatique. Les valeurs limites de l'arrêté rejet (1) n'ont pas été dépassées en 2024 (cf. paragraphe 4.3.3.3).

Les eaux de la CMG sont relativement pauvres en ions et donc peu corrosives comme l'attestent les valeurs de conductivité (valeurs de conductivité comprises entre 297 et 313 $\mu\text{S}/\text{cm}$; cf. Tableau 10-13). Ces valeurs sont proches de celles habituellement mesurées.

Les résultats mensuels de la DCO (cf. Tableau 10-12) varient de 6 mgO_2/L à 13 mgO_2/L mais les concentrations restent très inférieures aux limites réglementaires définies dans l'arrêté rejet (1).

Comme pour les années précédentes, la présence des ions dit majeurs, Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , NO_3^{2-} et SO_4^{2-} est détectée dans les eaux de la CMG.

Des valeurs significatives sont obtenues pour certains éléments définis comme substances indésirables (aluminium, baryum, bore, cuivre, fer, manganèse, nitrites et phosphates). Toutefois, ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées les années précédentes et, à titre indicatif, restent inférieures aux valeurs guides françaises des eaux douces destinées à la consommation humaine.

Parmi les toxiques chimiques prioritaires, on relève systématiquement la présence de zinc (la moyenne des concentrations est de 28 $\mu\text{g}/\text{L}$ en 2024 pour une moyenne ces dix dernières années de 41 $\mu\text{g}/\text{L}$). Il est à noter que le CSM n'a pas d'activité susceptible de rejeter du zinc sous état gazeux et dans l'atmosphère. Cet élément étant également présent dans l'eau de pluie (6,3 $\mu\text{g}/\text{L}$ en moyenne en 2024 correspondant à un apport de 1,3 kg sur le Centre (cf. Tableau 10-38)) ; une origine anthropique liée aux activités de la zone industrielle de Digulleville est privilégiée.

Des hydrocarbures totaux ont été mesurés en février 2024 à une concentration maximum de 0,055 mg/L (cf. Tableau 10-12) ; leur présence au niveau de la CMG est probablement liée au lessivage des voiries du Centre. De telles concentrations sont mesurées de façon très sporadique dans les eaux de ruissellement du site ; les valeurs mesurées restent toutefois très inférieures aux valeurs de concentrations autorisées dans l'arrêté rejet (1).

4.3.3.2 Calcul des flux

Les flux des éléments chimiques analysés dans les eaux pluviales sont calculés en tenant compte de la concentration mesurée ou de la moitié de la LQ (conformément à l'article 3.2.7 de la décision environnement (3) et du volume écoulé sur la période. Les résultats sont donnés dans le Tableau 10-13. Les résultats sont similaires à ceux des années précédentes.

4.3.3.3 Comparaison aux limites de rejet réglementaires

Au titre de l'arrêté d'autorisation de rejet (1), les limites à respecter et les résultats de 2024 sont donnés dans le Tableau 4-15.

Tableau 4-15 Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2024 à la CMG

Paramètres	Limites autorisées	Maximale	Minimale	Moyenne
DCO	120 mg/L	13 mg/L	6 mg/L	9 mg/L
Teneur en MES	30 mg/L	17 mg/L	<2 mg/L	7 mg/L
pH	5,5 <pH < 8,5	8,4	7,2	-
Hydrocarbures	1 mg/L	0,055 mg/L	<0,02 mg/L	-

Les limites de rejet des paramètres physico-chimiques figurant dans l'arrêté d'autorisation de rejets (1) concernant les eaux pluviales sont respectées en 2024.

4.3.4 Suivi radiologique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

Les résultats des analyses radiologiques effectuées sur un prélèvement ponctuel annuel de sédiments présents dans la fosse de tranquillisation de la CMG sont présentés dans le Tableau 10-14.

Les résultats sont similaires à ceux des années précédentes. La présence de RN naturels issus des familles du thorium 234, de l'uranium 235 et de l'uranium 238 est détectée. La présence récurrente de ^{137}Cs est confirmée et similaire aux années précédentes ($0,99 \pm 0,21$ Bq/kg sec en 2024 pour des résultats compris entre 0,69 et 8,4 Bq/kg sec ces dix dernières années). L'origine de ce marquage peut être dû (1) à une pollution ancienne datant de la phase d'exploitation du site, et/ou (2) à l'entraînement lors du ruissellement de particules du sol de la couverture contenant du césium 137. En effet, il est à noter que du ^{137}Cs est mesuré sur l'ensemble du territoire français suite aux retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Ces concentrations de ^{137}Cs sont à mettre en perspective avec celles observées dans les sols comprises entre 2 et 6 Bq/kg sec dans le département de la Manche (21).

Cette année, comme les trois dernières années, aucun actinide artificiel n'est détecté. Il est à noter que des traces de $^{239+240}\text{Pu}$ et de ^{241}Am sont régulièrement mesurées dans les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG.

4.3.5 Suivi physico-chimique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur un prélèvement ponctuel annuel de sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG sont présentés dans le Tableau 10-15.

Les concentrations des substances chimiques détectées dans les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG sont inférieures aux niveaux recommandés dans l'arrêté du 9 août 2006 (22) (cf. Tableau 10-7) pour le cadmium, le chrome, le mercure et le plomb.

La concentration de nickel relativement élevée mesurée en 2023 n'a pas été confirmée en 2024 (respectivement 210 mg/kg sec et 41 mg/kg sec). Les concentrations des métaux mesurés en 2024 sont dans la fourchette des résultats habituels.

Le détail des résultats de mesures des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) recherchés est présenté dans le Tableau 4-16.

Tableau 4-16 Résultats des mesures de HAP sur les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

Liste des HAP mesurés	Concentration (mg/kg sec)
Benzo(a)pyrène	0,230 +/- 0,070
Benzo(b)fluoranthène	0,099 +/- 0,030
Benzo(ghi)pérylène	<0,050
Benzo(k)fluoranthène	0,091 +/- 0,027
Fluoranthène	0,074 +/- 0,022
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,050
Somme des HAP (6)	0,490 +/- 0,150

La somme des HAP détectés en 2024 est du niveau des valeurs habituellement mesurées (moyenne des 10 dernières mesures 896 µg/kg sec). Il est à noter que ces concentrations sont toutefois à un niveau faible. L'origine de ces HAP est probablement due au lessivage des dépôts de particules en suspension dans l'air, particules issues des échappements de véhicules circulant sur le Centre et ses environs.

4.3.6 Conclusion

En 2024, les limites de l'arrêté d'autorisation de rejet (1) ainsi que les termes du protocole de gestion des eaux avec Orano Recyclage (11) ont été respectés.

Les résultats des analyses radiologiques et physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes.

4.4 Suivi qualitatif du réseau des « effluents à risques » (BDS)

4.4.1 Généralités

Le réseau des « effluents à risque » aboutit avant transfert à Orano Recyclage à un bac de contrôle dit « bac du séparatif » (BDS). En aval du point BDS, ces effluents sont gérés par l'établissement Orano Recyclage, conformément au protocole de gestion des eaux entre l'Andra et Orano Recyclage (11) ; ils sont destinés à être rejetés en mer dans le Raz-Blanchard via l'émissaire qui les conduit à un point situé à 1 700 mètres du rivage (cf. Figure 4-4).

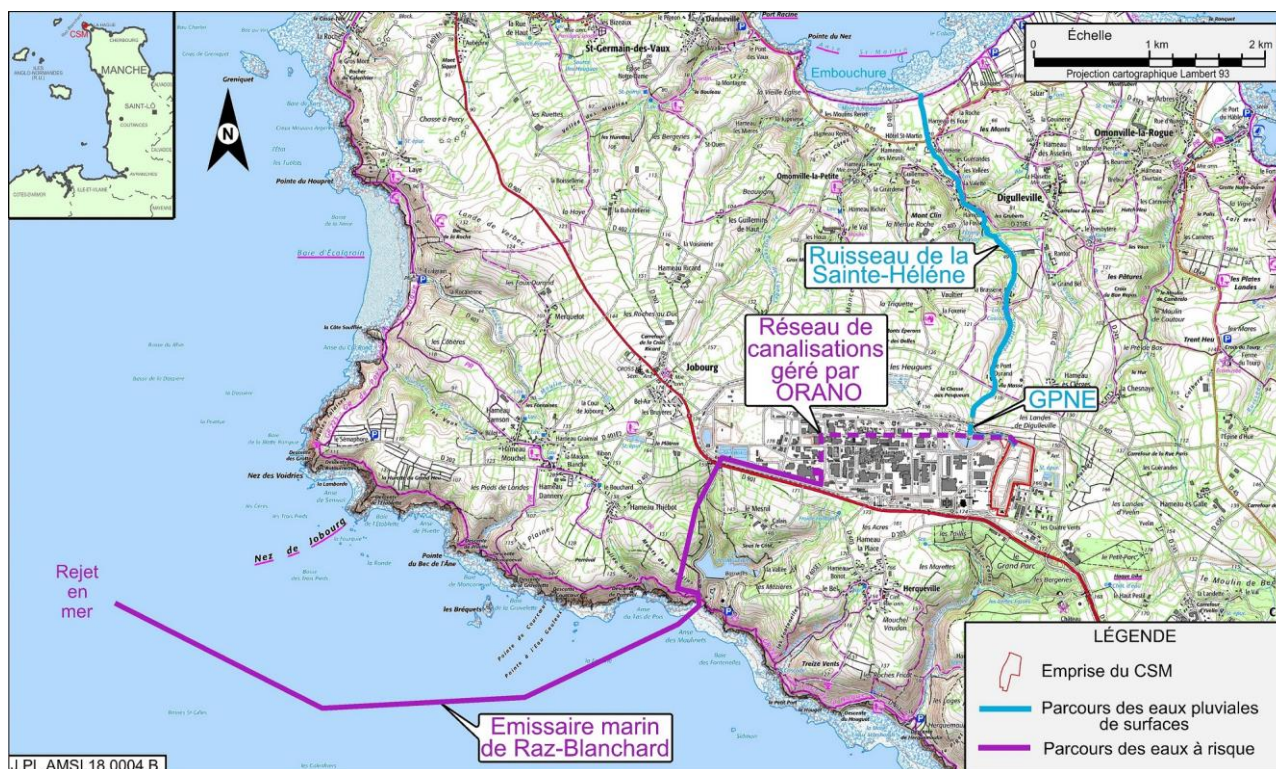


Figure 4-4 Schéma des rejets des effluents du CSM dans l'environnement

Pour rappel, sont mélangés au niveau de ce bac les effluents issus (cf. Figure 1-5) :

- du réseau de drainage de la couverture pour un débit de ce réseau inférieur à 30 m³/h ;
- du réseau de drainage profond ;
- des réseaux séparatifs gravitaires enterrés ;
- du réseau des eaux usées domestiques du bâtiment des bassins.

Les résultats des mesures (radiologiques et physico-chimiques) des trois réseaux alimentant le BDS (hors eaux usées) sont présentés dans les chapitres suivants.

4.4.2 Suivi radiologique des effluents du BDS

4.4.2.1 Résultats des analyses radiologiques

Les analyses radiologiques au BDS sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements hebdomadaires et mensuels. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-16 et dans le Tableau 10-17. Les résultats sur ces deux fréquences de prélèvement sont similaires.

En 2024, 52 prélèvements hebdomadaires ont pu être réalisés. Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le Tableau 4-17.

Tableau 4-17 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BDS

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	48,8	2150	6,7
Indice alpha global (Bq/L)	0,036	0,14	0,021
Indice bêta global (Bq/L)	0,26	1,8	0,16
Potassium (mg/L)	2,1	33,4	1,6

Les moyennes annuelles mesurées en 2024 pour les paramètres radiologiques courants sont similaires à celles de l'année dernière avec toutefois une concentration moyenne en tritium plus élevée (49 Bq/l en 2024 pour 39 Bq/L en 2023). Les paramètres radiologiques mesurés les dernières semaines de juin et de décembre sont très différents de ceux mesurés le reste de l'année (en gras dans le Tableau 10-16) puisqu'ils sont liés au rejet du BRS0. En effet, les effluents du BRS0 sont les effluents contenant le plus de radioactivité (cf. paragraphe 4.7.2.1).

En complément, des analyses radiologiques à bas seuils sont réalisées chaque semestre. Les RN recherchés correspondent aux principaux RN présents dans les colis de déchets. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-18.

Les mesures effectuées en 2024 ne montrent pas d'évolution particulière des activités radiologiques. Le tritium est mesuré à un niveau cohérent avec les analyses hebdomadaires (23 Bq/L au premier semestre et 56 Bq/L au deuxième trimestre). La présence des isotopes de l'uranium (^{234}U , ^{235}U et ^{238}U) est constatée, comme les années précédentes, dans une proportion comparable aux rapports naturels (cf. Tableau 10-6). Une valeur significative de carbone 14 est mesurée au premier semestre ($32 \pm 2,2$ Bq/L) ; ce résultat est toutefois cohérent avec les concentrations de carbone 14 mesurées au BRS0bis (cf. Tableau 4-26), contributeur du BDS.

4.4.2.2 Calcul des relâchements

Le détail des quantités radioactives rejetées au niveau du BDS en alpha global, bêta global et tritium est donné dans le Tableau 10-17.

4.4.2.2.1 Bilan annuel des rejets alpha et bêta

La Figure 4-5 présente l'évolution, de 2015 à 2024, des relâchement alpha et bêta en comparaison à la pluie. Ces relâchements sont calculés à partir des mesures hebdomadaires des indices alpha global et bêta global et des volumes mesurés à l'exutoire du BDS.

Les activités annuelles alpha et bêta rejetées en 2024 sont proches de celles de 2023 (respectivement 2,0 MBq et 14 MBq). Ces valeurs sont cohérentes avec l'évolution de la pluie. Les quantités rejetées chaque année restent faibles en regard des limites d'autorisation de rejet (1). En lien avec les résultats radiologiques à bas seuil effectuées chaque semestre, les émetteurs alpha et bêta sont issus des éléments des chaînes naturelles de décroissance. L'origine de ces RN est liée à la lixiviation des matériaux de la couverture puisque 90 % du volume d'effluents du BDS vient du drainage couverture (CMED).

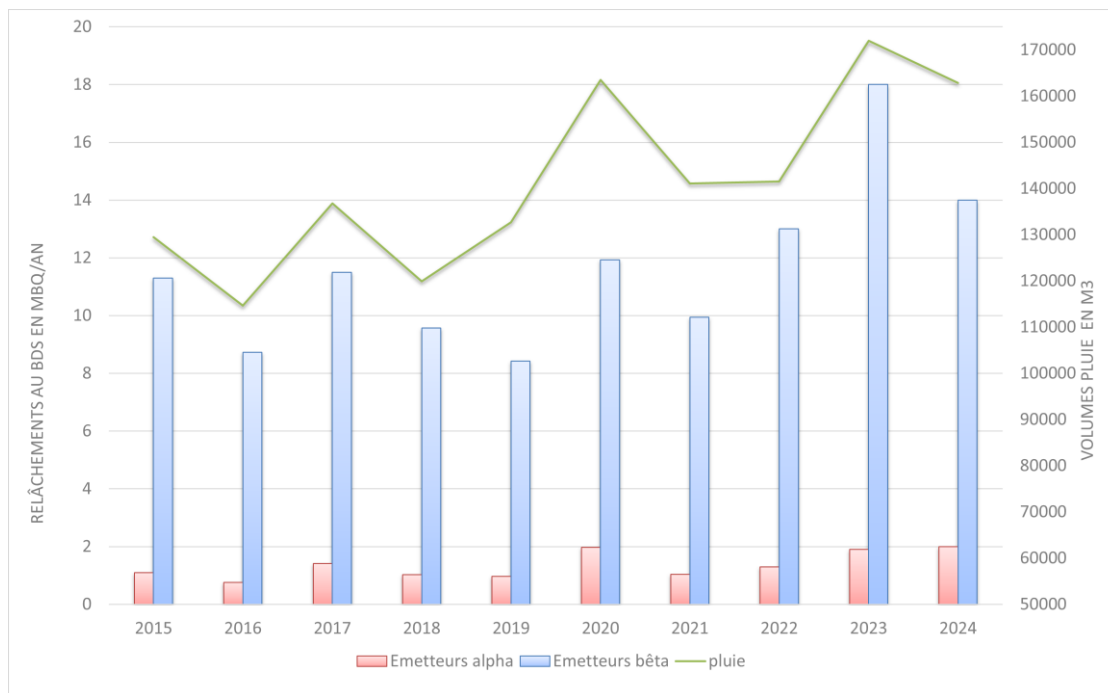


Figure 4-5 Évolution des relâchements αG et βG au BDS en fonction de la pluie (2015-2024)

4.4.2.2 Bilan annuel des rejets en tritium

La Figure 4-6 présente l'évolution, de 2015 à 2024, des activités calculées à partir des mesures de concentration tritium et des volumes mesurés à l'exutoire du BDS.

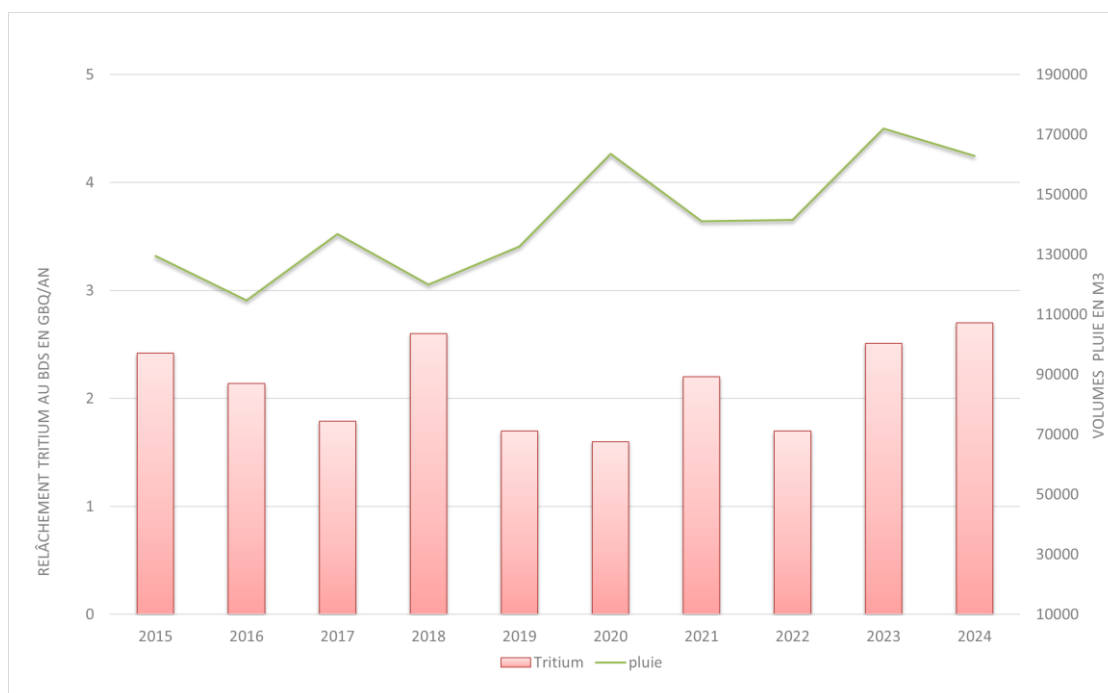


Figure 4-6 Évolution des relâchements en tritium en fonction des volumes rejetés au BDS (2015-2024)

En 2024, les activités rejetées en tritium au BDS sont de 2,7 GBq. La quantité rejetée est en légère augmentation par rapport à 2023 (+7%) en lien avec l'augmentation de la concentration moyenne annuelle en tritium (cf. Tableau 4-17). Aucune évolution traduisant un changement significatif du stockage n'est mise en évidence.

4.4.2.2.3 Répartition des différents apports au BDS

Conformément à l'article 21 de l'arrêté d'autorisation de rejet fixant les conditions de rejets (1) du CSM, le Tableau 10-19 présente la répartition mensuelle des activités relâchées pour les rejets en continu (CMG, CMED et RD12) et les rejets concertés (BRS0 et BRS0bis).

Le Tableau 4-18 précise les activités sur l'année 2024 des différents contributeurs au BDS, calculées à partir des concentrations radiologiques et des volumes mesurés sur ces réseaux.

Tableau 4-18 Activités des différents réseaux contributeurs du BDS

Réseaux	Relâchement alpha MBq	Relâchement bêta MBq	Relâchement tritium MBq
BDS mesuré	2,0	14	2697
CMED (1) ⁴	1,7	9,0	394
RD12 (2)	0,16	2,6	570
BRS0bis (3)	0,065	2,8	67
BRS0 (4)	0,012	0,34	506
BDS estimé : (1)+(2)+(3)+(4)	1,97	14,7	1537
Écart entre BDS mesuré et BDS estimé	-3%	5%	-43%

L'équation caractérisant la contribution des activités provenant des réseaux contributeurs aux BDS est :

$$\text{Équation 2 : } R_{\text{BDS}} = R_{\text{CMED}} + R_{\text{RD12}} + R_{\text{BRS0}} + R_{\text{BRS0bis}}$$

Les écarts constatés entre le calcul des relâchements alpha et bêta et les valeurs mesurées sont faibles. En ce qui concerne le tritium, la valeur estimée à partir des différents contributeurs est inférieure à la valeur mesurée ; cet écart est cohérent avec les incertitudes associées aux prélèvements, aux mesures en laboratoire et aux mesures des volumes.

Comme vu précédemment, les émetteurs alpha et bêta rejetés au BDS proviennent essentiellement du réseau de drainage de la couverture. Les principaux contributeurs en tritium sont le RD12 et le BRS0 (respectivement 37% et 33%). La contribution du drainage profond est en augmentation en 2024 tandis que la contribution du réseau de drainage couverture est stable.

4.4.2.3 Comparaison aux limites de rejet réglementaires

Au titre de l'arrêté d'autorisation de rejets (1) et du protocole de gestion des eaux entre Orano Recyclage et l'Andra (11), les limites à respecter au BDS et les résultats de 2024 sont donnés dans le Tableau 4-19

Les valeurs moyennes d'activités rejetées présentées dans le Tableau 4-19 sont des moyennes pondérées par les volumes, calculées en prenant en compte les valeurs en SD. Les seuils mensuels à respecter sont fixés réglementairement au 1/6 de la limite annuelle.

⁴ Le relâchement à la CMED est calculé à partir du volume à la CMED soustrait du volume de surverse

Tableau 4-19 Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2024 au point de rejet BDS

Paramètres	Limites autorisées	Résultats 2024	% de la limite
Volume total annuel ⁵	45 000 m ³	55 321 m ³	123 %
Débit instantané	22,2 L/s	Maximum 16,4 L/s	74 %
Activité tritium annuelle	125 GBq/an	2,7 GBq/an	2,2 %
Activité tritium mensuelle maximum	20,8 GBq/mois	Maximum 1,5 GBq/mois	Maximum 7,2 %
Activité bêta (hors tritium) annuelle	250 MBq/an	14 MBq/an	5,6 %
Activité bêta mensuelle maximum	42 MBq/mois	Maximum 2,6 MBq/mois	Maximum 6,2 %
Activité volumique bêta	1850 Bq/L	Maximum 1,8 Bq/L	Maximum 0,097 %
Activité alpha annuelle	125 MBq/an	2,0 MBq/an	1,6 %
Activité alpha mensuelle maximum	20,8 MBq/mois	Maximum 0,50 MBq/mois	Maximum 2,4 %
Activité volumique alpha	37 Bq/l	Maximum 0,14 Bq/L	Maximum 0,38 %

Le volume des effluents à risque rejeté vers les installations d'Orano Recyclage est supérieur aux 45 000 m³ prescrits par le protocole de gestion des eaux (11). Ce dépassement est dû à la forte pluviométrie (1 357 mm), pluviométrie au-dessus de la valeur guide de 1 000 mm fixée dans le protocole. Les volumes rejetés au BDS ont cependant pu être absorbés par Orano Recyclage.

Comme les années précédentes, les rejets effectués au BDS respectent les limites d'autorisation de rejet (1) ; les résultats sont très largement inférieurs aux limites réglementaires. Les rejets ne représentent que quelques pourcents des limites annuelles autorisées.

4.4.3 Suivi physico-chimique des effluents du BDS

4.4.3.1 Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le Tableau 10-20 et le Tableau 10-21.

Les éléments chimiques mesurés viennent essentiellement des eaux de drainage de la couverture, récupérées via la CMED et qui constituent environ 90 % de l'apport en volume au BDS (cf. paragraphe 4.2.3). Ces eaux de drainage lessivent les matériaux constitutifs des couches supérieures de la couverture.

La minéralité de ces effluents est relativement stable par rapport aux années précédentes (la conductivité est un peu plus élevée au second semestre) ; le milieu est légèrement alcalin.

⁵ Avec l'hypothèse d'une pluviométrie annuelle de 1 000 mm

Comme pour les autres années, la présence des ions Ca^{2+} , Cl^- , K^+ , et SO_4^{2-} est détectée dans ces eaux à des niveaux de concentration équivalents aux années précédentes. Ces éléments ioniques sont généralement présents dans les eaux naturelles.

Des valeurs significatives sont obtenues pour certains éléments définis comme substances indésirables (aluminium, baryum, bore, cuivre, fer et manganèse). Toutefois, ces valeurs sont cohérentes avec celles mesurées les années précédentes et, à titre indicatif, restent inférieures aux valeurs guides françaises des eaux douces destinées à la consommation humaine (23) en dehors de l'aluminium qui dépasse légèrement la valeur limite de qualité des eaux de consommation (210 $\mu\text{g/L}$ en moyenne en 2024 pour une référence de qualité de 200 $\mu\text{g/L}$).

Parmi les substances toxiques, on relève la présence systématique de zinc (41 $\mu\text{g/L}$ en moyenne pour l'année 2024). Tout comme pour la CMG, le zinc étant également systématiquement présent dans l'eau de pluie (6,3 $\mu\text{g/L}$ en moyenne, Tableau 10-38), une origine externe (naturelle et/ou anthropique) est privilégiée sans qu'il soit néanmoins possible de distinguer spécifiquement la part issue de la zone industrielle de Digulleville ou d'autres activités à proximité du site.

Un autre toxique chimique mesuré de façon récurrente dans les eaux du BDS est le nickel, par ailleurs contrôlé mensuellement. Cet élément provient de la lixiviation des matériaux constitutifs de la couverture par les eaux de pluie. La concentration mesurée en 2024 est en moyenne de 34 $\mu\text{g/L}$ (cf. Tableau 10-21), relativement stable depuis 2018 (cf. Figure 4-7).

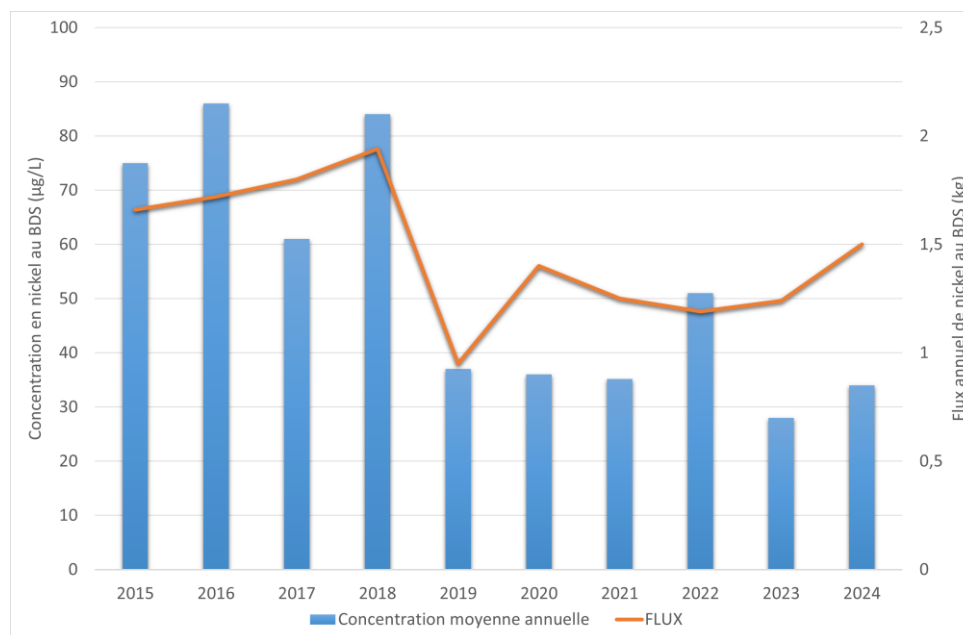


Figure 4-7 Évolution de la concentration en nickel au point de contrôle BDS (2015-2024)

4.4.3.2 Calcul des flux

Le flux des éléments chimiques mesurés au point BDS est donné dans le Tableau 10-20. Les flux mensuels du nickel sont donnés en annexe pour l'année 2024 (cf. Tableau 10-21).

Le flux de nickel affiche une tendance à la hausse en 2024 mais relativement stable depuis 2020 (cf. Figure 4-7).

Le Tableau 4-20 présente les teneurs en calcium, sulfates, chlorures et potassium, indicateurs potentiels de la dégradation des bétons, mesurées au BDS et aux différents réseaux y contribuant.

Les flux des quatre éléments majeurs mesurés au BDS proviennent essentiellement du drainage des couches supérieures de la couverture (CMED) en cohérence avec les volumes collectés.

Tableau 4-20 Comparaison des teneurs en éléments majeurs entre le BDS et les différents réseaux contributeurs

Paramètres	BDS	RP300	RD12	BRS0
	Flux en kg et (teneurs en mg/L)			
Calcium	3 437 (62)	3 607 (63)	204 (37)	0,31 (33)
Sulfates	3 668 (66)	3 989 (70)	92 (17)	4,8 (495)
Chlorures	1 272 (23)	1 191 (21)	136 (25)	0,76 (79)
Potassium	89 (1,6)	86 (1,5)	15 (2,8)	3,7 (390)

Une grande partie des autres éléments mesurés provient également du drainage des couches supérieures de la couverture (cf. Tableau 10-23) : Al, Ba, B, Cu, Fe, As, Cd, et Zn.

Les concentrations élevées en sulfates et potassium mesurées au BRS0 sont liées à des dépôts résiduels de ces éléments dans les canalisations et les drains, ainsi qu'aux faibles débits y transitant. Toutefois, malgré ces concentrations élevées, la contribution au BDS de ces deux éléments provenant des effluents du RSGE est négligeable.

4.4.3.3 Comparaison aux limites de rejet réglementaires

Au titre de l'arrêté d'autorisation de rejet (1), les limites à respecter et les résultats de 2024 sont donnés dans le Tableau 4-21.

Tableau 4-21 Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2024 au BDS

Paramètres	Limites autorisées	Résultat maximal	Résultat minimal
pH	pH > 6	8,5	8,0
Bore	5 mg/L	0,026 mg/L	-
Nickel	0,5 mg/L	0,057 mg/L	-
Cyanures totaux	0,1 mg/L	<0,005 mg/L	-
Chrome total	50 µg/L	<1 µg/L	-
Plomb	50 µg/L	<1 µg/L	-
Cadmium	20 µg/L	0,4 µg/L	-
Mercure	1 µg/L	<0,05 µg/L	-
HAP	50 µg/L	<0,012 µg/L	--
Uranium	50 µg/L	<4 µg/L	-

Les limites de rejet des paramètres physico-chimiques figurant dans l'arrêté d'autorisation de rejets (1) concernant les « effluents à risques » sont respectées en 2024.

4.4.4 Conclusion

En 2024, les limites de rejets en termes de paramètres radiologiques et physico-chimiques, définies dans l'arrêté d'autorisation de rejets (1), ont été respectées.

Il est à noter que les paramètres radiologiques sont bien en dessous des limites annuelles autorisées (<8 %).

Les termes du protocole de gestion des eaux avec Orano Recyclage (11) ont également été respectés.

Le principal radionucléide artificiel contribuant à la radioactivité des effluents du BDS est le tritium ; les quantités rejetées sont du même ordre de grandeur que les années précédentes. Ce RN provient essentiellement du réseau séparatif, drainant les effluents provenant des ouvrages et dans lesquels sont stockés les colis de déchets. Aucune évolution notable n'est constatée sur le niveau global des activités relâchées.

Les résultats des analyses physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes et ne mettent pas en évidence de dégradation des bétons constitutifs des ouvrages de stockage.

4.5 Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)

4.5.1 Généralités

Le point de contrôle dénommé RP300 correspond à l'exutoire de l'ensemble des eaux de drainages sur et sous membrane. La localisation de ce point est représentée sur la Figure 4-1. Pour rappel, ce réseau est le principal contributeur en termes de volumes au BDS (90 %).

4.5.2 Suivi radiologique au point de contrôle RP300 (CMED)

Les analyses radiologiques au RP300 sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements mensuels. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-22.

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes des 12 prélèvements effectués sont données dans le Tableau 4-22.

Tableau 4-22 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	6,9	21	3,9
Indice alpha global (Bq/L)	0,034	0,060	0,022
Indice bêta global (Bq/L)	0,16	0,46	0,12
Potassium (mg/L)	2,0	2,4	1,4

Les moyennes annuelles mesurées en 2024 pour les paramètres radiologiques courants sont similaires à celles des années précédentes.

Le marquage en tritium des eaux circulant dans le réseau de drainage de la couverture est lié en partie à la migration gazeuse du tritium hors des ouvrages. Ces échanges gaz/eau, favorisés par le fonctionnement de la ventilation dans les galeries du

RSGE, se situent dans des zones propices au contact entre le tritium relâché dans la partie sous membrane de la couverture (air et eau sous membrane) et les eaux de drainage sur membrane.

Ces zones de contact sont principalement :

- les chambres de drainage, lieux où les drains sur et sous membrane sont mis en communication ;
- toutes les canalisations reliées aux chambres de drainage comme les drains sur membrane eux-mêmes et les conduites reliant les chambres à l'exutoire RP300.

Ce phénomène est d'autant plus mis en évidence que les débits sont faibles, la dilution du tritium étant alors minimale.

Les résultats des mesures des indices alpha et bêta globaux sont du niveau environnemental et similaires à ceux mesurés les années précédentes. La teneur moyenne en potassium est de 2,0 mg/L contribuant, via le ^{40}K à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,056 Bq/L soit environ 35 % de l'activité bêta globale.

4.5.3 Suivi physico-chimique au point de contrôle RP300 (CMED)

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le Tableau 10-23.

Pour une grande part (eaux récupérées dans les drains sur-membrane), les eaux contrôlées ont percolé à travers les premières couches de la couverture. Les résultats des analyses physico-chimiques sont cohérents avec une lixiviation des matériaux constitutifs de la couverture et tout particulièrement des sables ciment utilisés en talus et contenant : calcium, bore, nickel, fer et sulfates (présence de pyrite).

La minéralité de ces effluents est stable par rapport aux années précédentes (la conductivité moyenne est de 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2024, pour une moyenne ces 10 dernières années de 584 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ; le milieu est neutre à légèrement alcalin.

Les flux sont équivalents à ceux des années précédentes. Ces résultats montrent que les éléments chimiques mesurés au point BDS proviennent en grande partie des eaux du drainage couverture (calcium, chlorures, potassium, sulfates, baryum et bore).

4.5.4 Conclusion

Les eaux de drainage de la couverture sont marquées en tritium à environ 7 Bq/L en moyenne. La concentration maximale en tritium apparaît pour les plus faibles débits et est de 21 Bq/L en 2024.

Les analyses physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes. Les éléments mesurés proviennent de la lixiviation par la pluie des constituants de la couverture. Ces éléments chimiques contribuent, pour la quasi-totalité, aux rejets effectués via le BDS.

4.6 Suivi qualitatif du réseau de drainage profond (RD) et l'exutoire RD12

4.6.1 Généralités

La localisation des divers points de prélèvement du réseau de drainage profond est rappelée en Figure 1-6.

Pour rappel, les eaux de l'ensemble du réseau de drainage profond sont acheminées vers le puits de collecte RD12. Les contributions des effluents collectés au RD12 sont :

- les drains de soubassement du bâtiment des bassins ;
- les drains des murs de soutènement nord et est ;
- les drains collatéraux à la galerie du RSGE ;

- les drains dits profonds situés sous le niveau des ouvrages de stockage.

Depuis 1999, le contrôle des eaux de drainage profond consiste en :

- un suivi mensuel et hebdomadaire à l'exutoire du réseau de drainage RD12. Les échantillonnages sont asservis aux volumes d'effluents drainés ;
- un suivi en 10 points du réseau en amont de cet exutoire RD12, par prélèvements ponctuels semestriels :
 - ✓ RD24 (drainage périphérique du bâtiment des bassins) ;
 - ✓ RD23 (drainage collatéral galerie est et drainage pieds de soutènements) ;
 - ✓ RD21 et RD22 (drainage collatéral de la galerie est) ;
 - ✓ RD19 et RD20 (drainage collatéral galerie ouest et galerie centrale) ;
 - ✓ RD17 et RD18 (drainage collatéral galerie centrale) ;
 - ✓ RD13 (drainage collatéral galerie ouest) ;
 - ✓ RD3 (drainage collatéral zone sud galerie ouest).

4.6.2 Suivi des effluents du RD12

4.6.2.1 Suivi radiologique des effluents du RD12

Les analyses radiologiques au RD12 sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements mensuels. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-24.

Les concentrations volumiques moyennes des 9 prélèvements mensuels effectués en 2024 sont données dans le Tableau 4-23.

Tableau 4-23 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle RD12

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	110	280	14
Indice alpha global (Bq/L)	0,029	0,039	≤0,015
Indice bêta global (Bq/L)	0,53	0,67	0,37
Potassium (mg/L)	3,0	4,5	1,5

Les résultats des mesures des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années passées. La teneur moyenne en potassium est de 3,0 mg/L contribuant, via le ^{40}K à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,08 Bq/L. La contribution du potassium à l'activité bêta est donc mineure (environ 15 %).

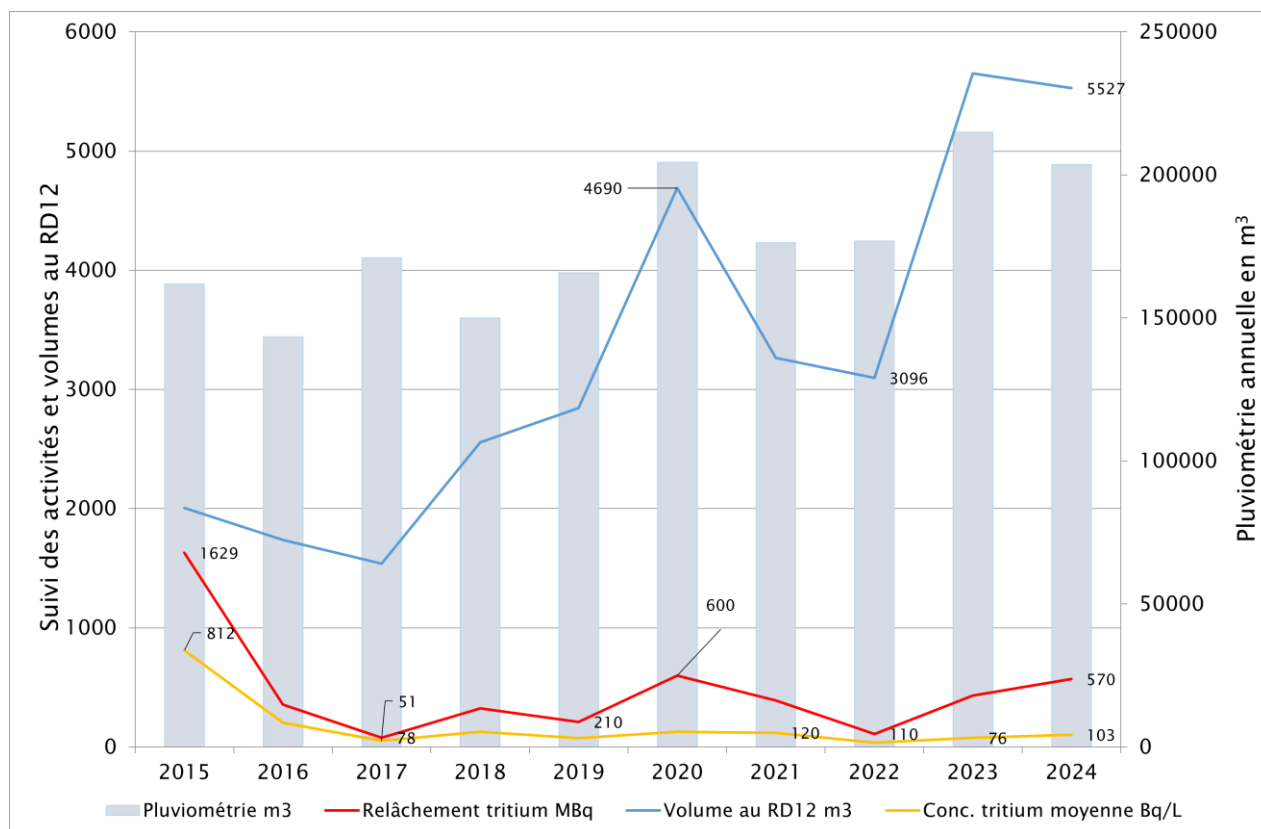


Figure 4-8 Évolution de la concentration mensuelle en tritium au point de contrôle RD12 (2015-2024) et des volumes collectés

La Figure 4-8 montre l'évolution de la concentration moyenne annuelle en tritium, de la quantité rejetée annuelle en tritium et des volumes collectés au RD12 en regard de la pluviométrie. La concentration volumique moyenne annuelle en tritium est relativement stable depuis 2017 (comprise entre 36 et 128 Bq/L). La quantité annuelle de tritium venant du RD12 est plus élevée en 2024 en lien avec des volumes importants et une concentration moyenne en tritium plus élevée.

4.6.2.2 Suivi physico-chimique des effluents du RD12

La minéralité de ces effluents est relativement variable ; en effet, on constate une dispersion ces dix dernières années entre 292 et 657 $\mu\text{S/cm}$ traduisant une variabilité de la concentration en éléments dissous. La conductivité moyenne est de 299 $\mu\text{S/cm}$ en 2024, pour une moyenne ces 10 dernières années de 381 $\mu\text{S/cm}$). Le milieu est légèrement alcalin.

Du bore est mesuré dans les effluents du RD12 à des niveaux de concentrations similaires aux années précédentes (19 $\mu\text{g/L}$ en concentration moyenne annuelle). Comme les années précédentes, du zinc est mesuré dans ces effluents à une concentration moyenne en 2024 de 6,9 $\mu\text{g/L}$.

4.6.3 Suivi radiologique des RD en amont de l'exutoire RD12

Les analyses radiologiques sur les eaux aux points RD sont effectuées sur des prélèvements ponctuels semestriels ; les résultats sont présentés dans le Tableau 10-26.

Pour rappel, il est admis que les effluents collectés dans le réseau de drainage profond viennent :

- des infiltrations parasites de bordures (infiltration d'eaux de pluie) ;
- de la condensation de l'eau présente dans l'air lors de la mise en fonctionnement de la ventilation des galeries ;
- de l'interception de la nappe en saison de drainage intense.

En 2024, les activités volumiques alpha sont comprises entre 0,031 Bq/L et 0,12 Bq/L ; les activités volumiques bêta se situent entre 0,23 Bq/L et 2,0 Bq/L pour 7 des RD présentant des écoulements. L'activité volumique moyenne du tritium pour ces 7 RD est de 93 Bq/L. Cette année, un prélèvement a pu être effectué dans le RD018 (cf. Figure 1-6) qui présente des résultats très différents des autres RD. Il est à noter que la présence d'eau est rarement constatée, en effet le dernier prélèvement réalisable a eu lieu en 2020 après 19 années sans présence d'eau. Les valeurs radiologiques sont élevées par rapport aux autres RD (cf. Tableau 10-26). Ce RD est probablement à l'origine de l'augmentation du relâchement tritium constaté dans le RD12 (cf. Figure 4-8) et explique la contribution importante en tritium du RD12 au BDS (cf. Tableau 4-18). A contrario, la variation des concentrations constatées habituellement dans le RD20 en fonction des périodes de prélèvements n'est pas relevée cette année.

4.6.4 Conclusion

En 2024, aucune évolution sur les résultats physico-chimiques n'est constatée.

La quantité de tritium présente dans le RD12 est légèrement plus importante que les années précédentes en lien avec la présence d'eau ayant augmenté au niveau du RD18.

4.7 Suivi qualitatif des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)

4.7.1 Généralités

Pour rappel, les drains alimentant les RSGE permettent de collecter les effluents à la base des ouvrages. Les effluents drainés dans ces réseaux aboutissent dans les cuves situées dans le local 220-2 du bâtiment des bassins. Les cuves 2 et 4 sont dédiées aux effluents du BRS0. Les cuves 3, 5 et 6 sont dédiées aux effluents du BRS0bis (cf. Figure 1-5).

L'ensemble des effluents acheminés au BRS0 correspond aux écoulements potentiels issus de 107 BRS situés sur le réseau RSGE. Le BRS0bis recueille les écoulements des 3 BRS : BRS002, BRS114 et BRS149.

Les bacs de collecte (BRS) sont situés dans les différentes branches des galeries (cf. Figure 1-4) :

- 39 dans la galerie sud et la galerie est, reliés à la branche est du collecteur ;
- 68 dans la galerie ouest et la galerie centrale, reliés à la branche ouest.

4.7.2 Suivi des effluents du BRS0

4.7.2.1 Suivi radiologique des effluents du BRS0

Les analyses radiologiques au BRS0 sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements mensuels. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-27. Les effluents de ce réseau sont basiques (pH compris entre 8,3 et 8,8).

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes des 12 prélèvements effectués sont données dans le Tableau 4-24.

Tableau 4-24 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	52 600	72 000	37 100
Indice alpha global (Bq/L)	1,2	1,5	1,0
Indice bêta global (Bq/L)	25	40	33
Potassium (mg/L)	679	820	574

Le potassium contribue, via le ^{40}K , à l'activité volumique bêta à hauteur d'environ 19 Bq/L. Par conséquent, l'activité volumique du ^{40}K contribue pour environ 48 % à l'activité bêta des effluents du RSGE.

Les activités bêta mesurées sur la fraction insoluble sont données dans le Tableau 10-27. La quantité de matières en suspension (MES) varie de 1,0 mg/L à 5,6 mg/L avec une moyenne de 2,3 mg/L. Les émetteurs bêta dans la fraction insoluble sont compris entre 14 Bq/g et 40 Bq/g, du même ordre que les années précédentes. Toutefois, le relâchement des émetteurs bêta provenant de la fraction insoluble ne représente en moyenne annuelle que 0,14 % des émetteurs bêta relâchés au point BRS0.

Aucune évolution notable n'a été constatée en 2024 sur l'évolution radiologique des effluents du RSGE.

Comme le montre la Figure 4-9, les quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRS0 sont globalement en diminution ces dernières années.

En 2024, les niveaux d'activités sont cohérents avec ceux des années précédentes.

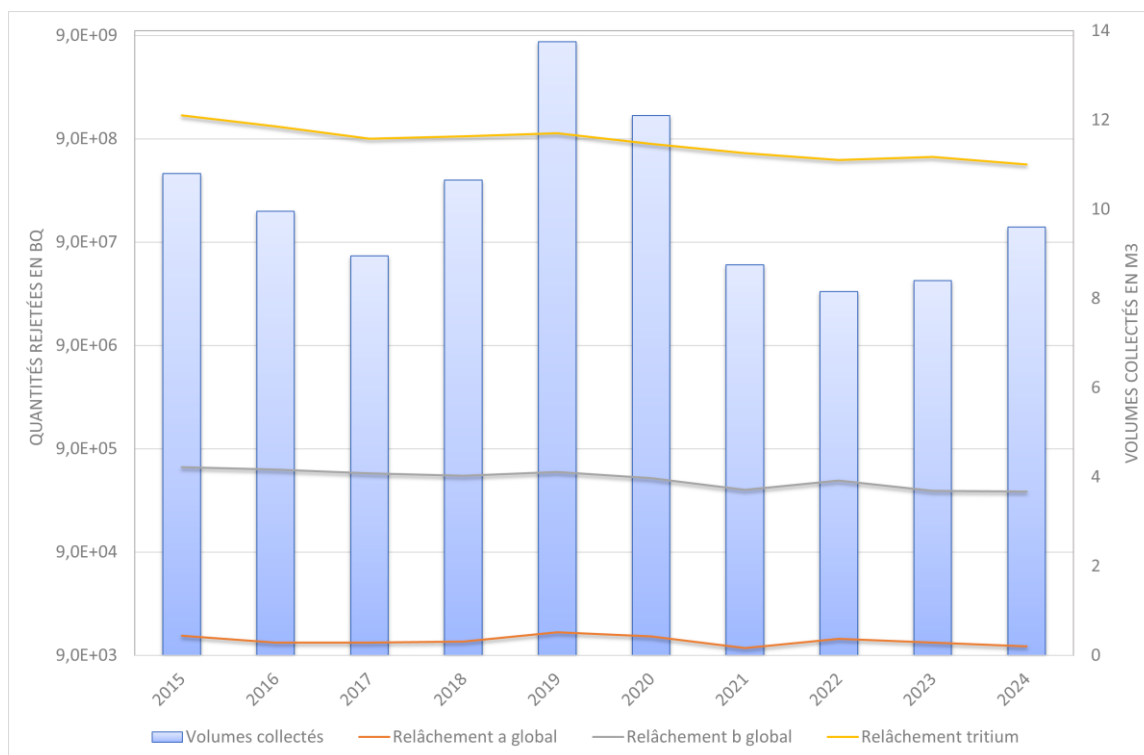


Figure 4-9 Evolutions des quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRS0 depuis 2015

En complément de ces analyses régulières, des analyses à bas seuils sont réalisées chaque semestre. Les RN recherchés correspondent aux principaux RN présents dans les colis de déchets. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-28. Les analyses sont réalisées sur la fraction soluble et insoluble (<0,45 µm).

Les mesures effectuées en 2024 ne montrent pas d'évolution majeure des activités radiologiques dans la fraction soluble⁶. Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont en cohérence avec les émetteurs alpha et bêta mesurés individuellement.

Comme les années précédentes, on constate dans la fraction soluble que :

- le RN le plus abondant est le tritium, mesuré à des valeurs cohérentes avec les mesures mensuelles (cf. Tableau 10-27) ;
- quelques RN d'origine naturelle sont mis en évidence : ^{40}K , ^{214}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U ;
- les RN d'origine artificielle (en dehors du tritium) restent à des niveaux radiologiques comparables aux années précédentes (^{14}C , ^{63}Ni et ^{137}Cs) ;
- aucuns actinides (autres que les uraniums) ne sont mesurés au premier semestre 2024.

Dans la fraction insoluble⁶, il est constaté comme régulièrement :

- des traces de ^{137}Cs détectées en cohérence avec sa présence dans ces effluents, à des niveaux de concentration comparable aux autres années ;
- la présence de RN d'origine naturelle : ^{40}K , ^{212}Pb , ^{214}Pb , ^{226}Ra , ^{234}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U .

4.7.2.2 Suivi physico-chimique des effluents du BRS0

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le BRS0 réalisées chaque semestre sont présentés dans le Tableau 10-29. Ces analyses sont effectuées à chaque vidange de cuve (juin et décembre).

La conductivité est proportionnelle aux ions présents dans la solution. Comme les années précédentes, la conductivité dans les effluents du BRS0 est très forte, traduisant une charge saline très élevée. En effet, compte tenu des faibles volumes transitant dans ce réseau, les concentrations des principaux éléments sont très élevées. Le milieu est légèrement alcalin.

⁶ Certains résultats du second semestre restent en attente à date d'édition du bilan et seront mis à jour dès réception.

Les concentrations des éléments indicateurs de la possible dégradation des structures béton (calcium, sulfates, chlorures et potassium) restent stables en 2024 (cf. paragraphe 4.4.3.2).

La concentration en baryum (moyenne annuelle de 25 µg/L) est globalement équivalente à celle mesurée dans les eaux de drainage de la couverture (CMED, cf. Tableau 10-23) et est donc liée à la composition chimique des matériaux la constituant.

La Figure 4-10 présente l'évolution depuis 2015 des substances toxiques et indésirables. La présence de bore, chrome, cyanures, nickel et uranium est récurrente. Ces éléments sont recensés dans l'inventaire physico-chimique du Centre et considérés comme des toxiques chimiques prioritaires. L'élément le plus concentré est le bore (environ 10 fois plus que les autres éléments). Le chrome et l'uranium sont du même ordre de grandeur, tandis que le zinc, les cyanures et le nickel sont les moins concentrés. Les concentrations en nickel et en baryum fluctuent (respectivement 5,7 µg/L et 21,5 µg/L en moyenne sur les dix dernières années). Le cadmium est détecté de façon très aléatoire. Les concentrations en bore présentent une tendance relative à la stabilisation depuis 2020. L'uranium a une tendance très légère à la baisse, tandis que les concentrations en chrome, en cyanures et en nickel restent stables.

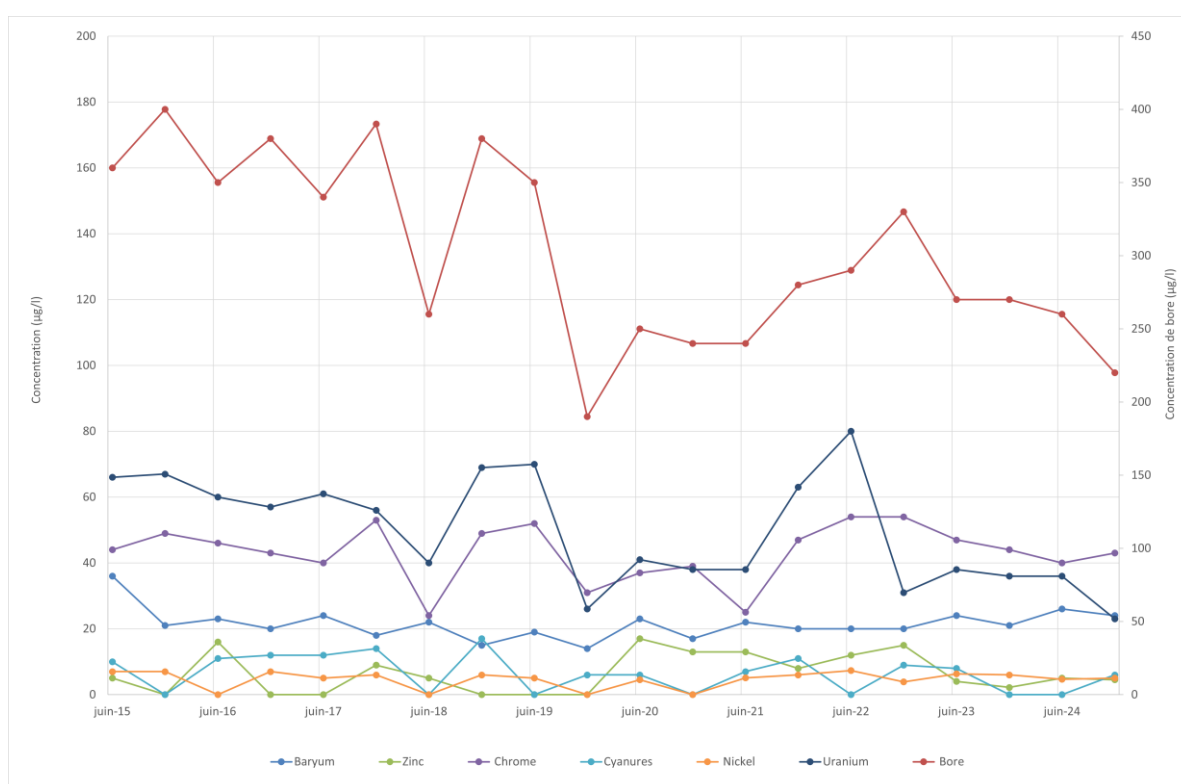


Figure 4-10 Évolutions des concentrations des toxiques prioritaires au point de contrôle BRS0 depuis 2015

4.7.3 Suivi des effluents du BRS0bis

4.7.3.1 Suivi radiologique des effluents du BRS0bis

Les analyses radiologiques au BRS0bis sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements hebdomadaires. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-30.

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes des 52 prélèvements effectués sont données dans le Tableau 4-25.

Tableau 4-25 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0bis

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	123	373	30
Indice alpha global (Bq/L)	≤0,12	0,44	≤0,032
Indice bêta global (Bq/L)	5,1	9,0	3,3
Potassium (mg/L)	2,0	2,5	1,7

Les moyennes annuelles des indices alpha et bêta globaux mesurées en 2024 sont similaires à celles des années précédentes. Le potassium contribue, via le ^{40}K , à l'activité volumique bêta à hauteur d'environ 0,06 Bq/L. Par conséquent, l'activité volumique du ^{40}K ne contribue pas de manière prépondérante à l'activité bêta des effluents du BRS0bis.

En 2024, la concentration moyenne annuelle en tritium est équivalente à celle de 2023. Les quantités rejetées en alpha et en bêta sont en légère diminution en lien avec la légère diminution de la concentration moyenne de ces paramètres. En 2024, les niveaux d'activités sont cohérents avec les volumes récupérés au BRS0bis et restent dans des niveaux comparables aux dix dernières années.

Comme le montre la Figure 4-11, les quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRS0bis sont globalement en légère augmentation ces dernières années. De façon globale, les quantités rejetées augmentent quand les volumes augmentent.

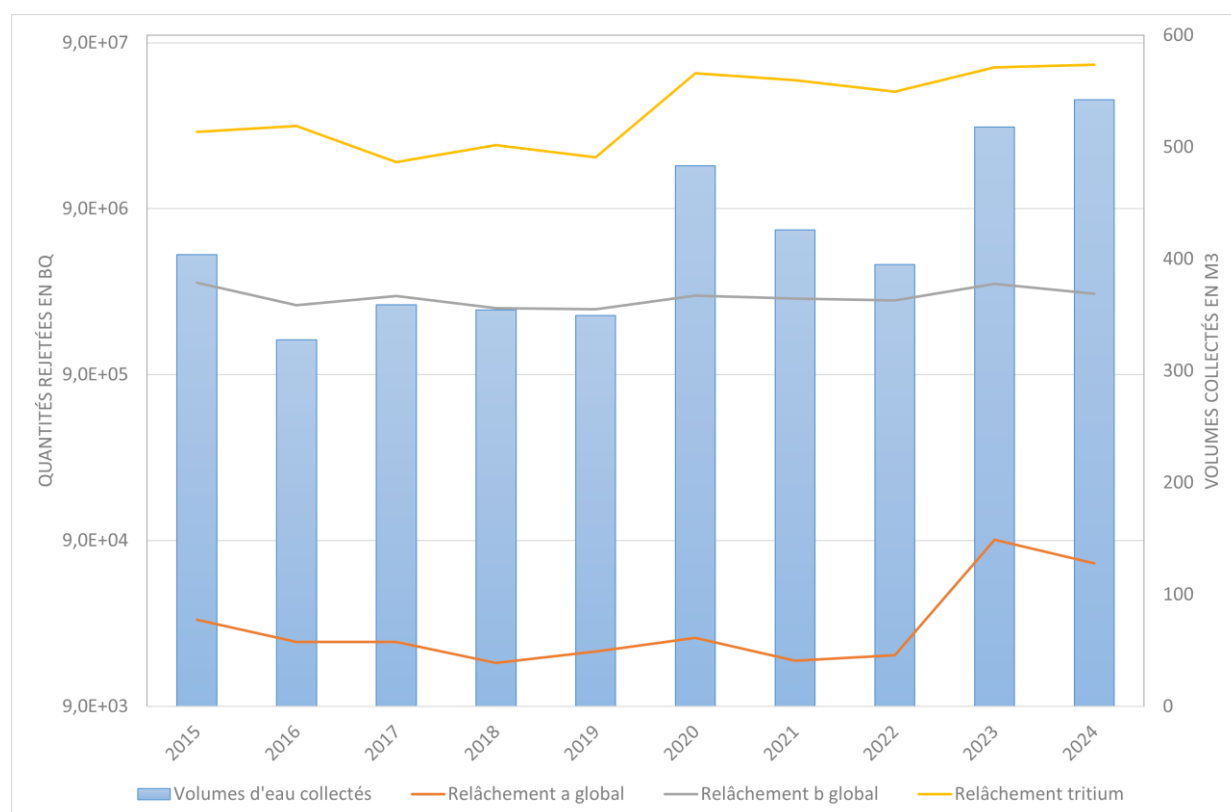


Figure 4-11 Évolution des quantités relâchées en alpha, bêta et tritium au point BRS0bis depuis 2015

Les mesures de l'indice bêta sur la fraction insoluble au point de contrôle BRS0bis sont données dans le Tableau 10-30. La quantité de MES varie de la limite de quantification (<1 mg/L dans 54% des cas) à 150 mg/L. Les émetteurs bêta dans la fraction insoluble sont compris entre 0,25 Bq/g et 107 Bq/g (cette variation traduit bien la variabilité des teneurs en MES). Les

bêtas insolubles représentent jusqu'à 56 % des bêta mesurés au point BRS0bis ; ce résultat est cohérent avec l'origine de ces effluents, qui correspond pour une grande partie à des infiltrations d'eaux parasites qui lessivent des matériaux de la couverture.

En complément de ces analyses courantes, l'activité volumique du ^{14}C est mesurée mensuellement ; les résultats sont donnés dans le Tableau 4-26.

Tableau 4-26 Résultats des mesures mensuelles du ^{14}C au point de contrôle BRS0bis

Période	Volume m ³	^{14}C Bq/L	Relâchement mensuel MBq
Janvier	65,75	19 +/- 3	0,62
Février	101,60	24 +/- 4	2,44
Mars	52,40	43 +/- 6	2,25
Avril	38,70	18 +/- 3	0,70
Mai	38,15	37 +/- 5	1,41
Juin	12,75	38 +/- 5	0,48
Juillet	16,95	42 +/- 6	0,71
Août	19,15	36 +/- 5	0,69
Septembre	42,40	25 +/- 4	1,06
Octobre	52,10	35 +/- 5	0,91
Novembre	46,85	105 +/- 13	2,46
Décembre	55,5	35 +/- 5	0,97
Total	542,30	-	14,71

En 2024, les activités volumiques de ^{14}C mesurées au point BRS0bis sont comprises entre 18 Bq/L et 105 Bq/L (similaires aux années précédentes). Le ^{14}C contribue à hauteur de 10 % à 15 % dans les mesures de l'indice bêta global ; ce RN représente donc une part importante du bêta global mesuré dans les effluents du RSGEbis. Des analyses complémentaires ont été réalisées pendant un an pour déterminer le BRS à l'origine de ce RN (cf. 4.9.2.3).

4.7.3.2 Suivi physico-chimique des effluents du BRS0bis

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le point de contrôle BRS0bis, prélevé environ tous les 50 m³, sont présentés dans le Tableau 10-31.

Le suivi physico-chimique des effluents provenant du BRS0bis montre que la qualité de ces effluents est conforme aux limites réglementaires fixées par l'arrêté d'autorisation de rejet au BDS (1).

Le bore est systématiquement mesuré à des teneurs significatives, variant de 11 µg/L à 26 µg/L, ce qui reste largement en deçà de la limite réglementaire de 5 000 µg/L fixée à l'exutoire BDS. Des valeurs plus sporadiques de chrome, de nickel et de plomb sont également mesurées à des teneurs entre 1 µg/L et 3 µg/L ; ces concentrations sont bien en dessous des limites

réglementaires. De l'uranium à hauteur d'environ 10 µg/L a été mesuré en janvier et en mars. Cet élément naturel contenu dans les matériaux de la couverture est très rarement détecté.

4.7.4 Conclusion

Le principal radionucléide artificiel présent dans les effluents des réseaux gravitaires enterrés est le tritium. Dans les effluents transitant via le BRS0, on trouve également à un niveau plus faible mais récurrent du ^{14}C , ^{63}Ni , ^{137}Cs , ainsi que les isotopes naturels de l'uranium. Les radioéléments se trouvant dans la fraction insoluble sont très similaires à ceux mesurés les années passées.

L'activité bêta au RSGEbis vient en partie de la présence de ^{14}C (38 Bq/L de moyenne annuelle) contribuant au comptage bêta global par compteur proportionnel à hauteur de 10 % à 15 %.

Aucune évolution significative n'est enregistrée sur les paramètres physico-chimiques mesurés au BRS0 et au BRS0bis.

4.8 Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires

4.8.1 BRS en galeries ouest et centrale – exutoire BRS-OU

Les analyses radiologiques courantes des effluents du RSGE provenant des branches ouest et centrale sont réalisées sur des prélèvements ponctuels hebdomadaires au point de contrôle BRS-OU. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-32.

Établi à partir de ces résultats, le Tableau 4-27 récapitule les concentrations moyennes pondérées par les débits.

Tableau 4-27 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-OU

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	71 000	140 000	30 000
Indice alpha global (Bq/L)	1,4	6,0	0,61
Indice bêta global (Bq/L)	38	70	22
Potassium (mg/L)	570	1 200	320

Les résultats de l'année 2024 sont similaires à ceux de l'années 2023. On constate toutefois une diminution de la concentration volumique moyenne en tritium (96 000 Bq/L en 2023 pour 71 000 Bq/L en 2024). De plus, la valeur maximale de l'indice alpha global a atteint 6,0 Bq/L en 2024, cette valeur est légèrement plus élevée que celle de 2023 de 4,6 Bq/L. Des analyses complémentaires ont été réalisées pour déterminer l'origine de ces émetteurs alpha, les résultats sont présentés au paragraphe 4.9.2.2.

En complément de ces analyses hebdomadaires au point de contrôle BRS-OU, des analyses annuelles sont réalisées sur chacun des BRS présentant des écoulements suffisants pour permettre un prélèvement. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-33 (pour la galerie ouest) et dans le Tableau 10-34 (pour la galerie centrale). Ces résultats donnent une image des écoulements et du niveau de radioactivité au moment du prélèvement. Ils ne sont pas représentatifs de la totalité des écoulements et de l'activité radiologique annuelle. Compte tenu de la diminution des écoulements au mois d'octobre et pour avoir plus d'informations sur la qualité radiologique des effluents des BRS, la campagne de prélèvements a été décalée au mois de mars.

La campagne de mars a permis de réaliser 7 prélèvements en galerie ouest et 4 en galerie centrale.

Tout comme les années précédentes, le BRS145 situé en galerie ouest ne présentait pas assez d'écoulement pour procéder à un prélèvement, or ce BRS est généralement le point présentant l'activité bêta globale la plus importante en lien avec la présence de ^{137}Cs .

Cette année, c'est le BRS027 qui présente l'activité bêta globale la plus importante (120 Bq/L, cf. Tableau 10-33) sans lien avec la concentration de potassium. Le niveau de tritium mesuré dans ces BRS est cohérent avec la concentration de tritium mesurée au BRS-OU.

En galerie centrale, l'activité bêta la plus importante (280 Bq/L, cf. Tableau 10-34) est mesurée dans le BRS048 qui s'explique à 50 % par la présence de potassium.

4.8.2 BRS en galerie est et sud – exutoire BRS-ES

Les analyses radiologiques des effluents du RSGE provenant des branches est et sud sont réalisées sur des prélèvements ponctuels hebdomadaire au point de contrôle BRS-ES : les résultats sont présentés dans le Tableau 10-35. Les effluents de la branche Est sont légèrement plus basiques que ceux de la branche ouest.

À partir de ces résultats, le Tableau 4-28 récapitule les concentrations moyennes pondérées par les débits.

Tableau 4-28 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-ES

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	19 000	41 000	8 600
Indice alpha global (Bq/L)	1,7	3,8	0,84
Indice bêta global (Bq/L)	30	49	20
Potassium (mg/L)	730	1 500	480

Les résultats de l'année 2024 sont en diminution par rapport à ceux de l'année 2023. Comme habituellement constaté, la concentration en tritium de ces effluents reste moins élevée que celle relative aux effluents de la branche ouest. À l'inverse, ils sont plus concentrés en émetteurs alpha et bêta et en potassium.

En complément de ces analyses hebdomadaires au point de contrôle BRS-ES, des analyses annuelles sont réalisées sur chacun des BRS présentant des écoulements suffisants pour effectuer un prélèvement. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-34. Ces résultats donnent une image des écoulements et du niveau de radioactivité au moment du prélèvement, et ne sont pas représentatifs de la totalité des écoulements et de l'activité radiologique annuelle. Compte tenu de la diminution des écoulements au mois d'octobre et pour avoir plus d'informations sur la qualité radiologique des effluents des BRS, la campagne de prélèvements a été décalée au mois de mars.

Seul le BRS123, en galerie est, présentait des écoulements suffisants pour réaliser un prélèvement. En galerie sud, le BRS128 et le BRS151 ont pu être prélevés. Les activités tritium mesurées dans ces trois BRS montrent qu'ils ne sont pas les principaux contributeurs en termes d'apport de tritium au BRS-ES.

4.8.3 BRS en amont du BRS0bis

Des analyses radiologiques courantes sont réalisées annuellement sur les BRS contribuant au BRS0bis (BRS002 et BRS149). Les résultats sont présentés dans Tableau 4-29.

Tableau 4-29 Résultats des mesures des prélèvements ponctuels annuels au BRS002 et au BRS149

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Tritium (Bq/L)	Indice □G (Bq/L)	Indice □G (Bq/L)	Potassium (mg/L)	pH
BRS002	07/03/24	128 ± 18	0,20 ± 0,10	8,6 ± 1,1*	1,5 ± 0,1	7,1 ± 0,1
BRS149	06/03/24	87 ± 14	0,13 ± 0,11	0,30 ± 0,20	4,5 ± 0,3	8,0 ± 0,1

Les valeurs radiologiques ponctuelles mesurées au BRS002 et au BRS149 sont cohérentes avec celles mesurées au BRS0bis (cf. Tableau 4-25).

4.8.4 Conclusion

En 2024, les concentrations volumiques en tritium sont en légère diminution, par rapport à 2023, au point de contrôle BRS-OU et BRS-ES.

Les niveaux radiologiques mesurés dans les BRS sont équivalents à ceux mesurés en 2023.

Le suivi des volumes et les résultats des analyses ne mettent en évidence aucune évolution des effluents provenant des radiers du stockage.

4.9 Contrôles croisés et analyses complémentaires

4.9.1 Contrôles croisés sur les rejets du CSM

Conformément aux dispositions prévues à l'article 3.1.9 de la décision environnement (3), des contrôles croisés ont été réalisés sur les paramètres radiologiques réglementaires de la surveillance. Ces contrôles croisés permettent de confirmer les résultats issus de la surveillance réglementaire.

Les laboratoires sollicités sont conforme à la norme NF EN ISO/IEC 17025 (13).

Les effluents du CSM rejetés dans l'environnement sont contrôlés mensuellement en conformité avec l'arrêté rejet du CSM (1). Les analyses radiologiques sont réalisées par le LAC. Des doublons des effluents de la CMG et du BDS ont été envoyés au laboratoire SUBATECH pour la réalisation de contrôles croisés.

Deux campagnes ont été réalisées en 2024 sur un prélèvement hebdomadaire en juin et en septembre.

4.9.1.1 Contrôle radiologique des effluents de la CMG

Les résultats obtenus par les deux laboratoires sont présentés dans le Tableau 4-30.

Tableau 4-30 Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires à la CMG

Date de prélèvement	Paramètres	Résultats obtenus par le LAC (Bq/L)	Résultats obtenus par Subatech (Bq/L)	Écart (%)	En
01/06/2024	Alpha global	0,019 +/- 0,018	<0,0079	NR	NR
	Bêta global	0,089 +/- 0,043	0,073 +/- 0,027	22%	0,32
	³ H	7,4 +/- 2,8	7,1 +/- 3,7	4%	0,06
13/09/2024	Alpha global	0,023 +/- 0,021	<0,012	NR	NR
	Bêta global	0,103 +/- 0,043	0,122 +/- 0,042	-16%	0,32
	³ H	10,3 +/- 3,1	10,8 +/- 3,8	-5%	0,10

Les résultats radiologiques obtenus par les deux laboratoires sont statistiquement identiques, en effet, les écarts normalisés (En) sont très inférieurs à 1. Les résultats de mesure du tritium sont très proches pour les deux laboratoires quelle que soit la période. Les mesures de l'indice bêta global ont un écart compris entre -16% et 22%, mais sont du même ordre de grandeur. Ces écarts s'expliquent par les performances analytiques des appareils et sont proches du bruit de fond métrologique, ce qui implique une plus grande incertitude (entre 30 et 50%). Pour les mesures de l'indice bêta alpha, les valeurs au seuil obtenues par Subatech sont similaires aux valeurs significatives obtenues par le LAC.

4.9.1.2 Contrôle radiologique au BDS

Les résultats obtenus par les deux laboratoires sont présentés dans le Tableau 4-31.

Tableau 4-31 Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires au BDS

Date de prélèvement	Paramètres	Résultats obtenus par le LAC (Bq/L)	Résultats obtenus par Subatech (Bq/L)	Écart (%)	En
03/06/2024	Alpha global	0,055 +/- 0,042	0,057 +/- 0,021	-4%	0,04
	Bêta global	0,18 +/- 0,05	0,20 +/- 0,04	-10%	0,30
	³ H	13,1 +/- 3,3	15,6 +/- 4,7	-16%	0,44
16/09/2024	Alpha global	0,021 +/- 0,020	0,032 +/- 0,014	-34%	0,45
	Bêta global	0,28 +/- 0,06	0,373 +/- 0,067	-25%	1,03
	³ H	15,4 +/- 3,6	18,0 +/- 4,3	-14%	0,46

Les résultats radiologiques obtenus par les deux laboratoires sont du même ordre de grandeur. Les résultats de la campagne de juin sont statistiquement identiques pour les deux laboratoires, avec un écart maximal de -16%. Pour la campagne de septembre, les écarts sont un peu plus importants (jusqu'à 34 %) en lien avec les performances analytiques des appareils (les valeurs sont relativement faibles et proches du bruit de fond métrologique). En tenant compte des incertitudes (écarts normalisés), les résultats sont statistiquement identiques (En <1) sauf pour une mesure bêta global mais qui reste acceptable.

4.9.1.3 Conclusion

Les résultats et les conclusions de la surveillance réglementaire sont donc confortés.

4.9.2 Analyses complémentaires

4.9.2.1 Comparaison des mesures radiologiques courantes au BRS-OU

Deux prélèvements sur le BRS-OU ont été réalisés le 20/02/2024. Le premier échantillon a été envoyé au LAC dans le cadre de la surveillance définie dans le PRS (8). Le deuxième a été envoyé chez Eichrom pour réaliser un contrôle croisé sur les résultats.

Les résultats sont donnés dans le Tableau 4-32.

Tableau 4-32 Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires au BRS-OU

Date de prélèvement	Paramètres	Résultats obtenus par le LAC (Bq/L)	Résultats obtenus par Eichrom (Bq/L)	Écart (%)	En
20/02/2024	Alpha global	1,1 +/- 0,6	1,3 +/- 0,7	-14%	0,19
	Bêta global	41 +/- 5	23 +/- 3,3	77%	3,07
	³ H	59 000 +/- 7 000	44 000 +/- 3 200	34%	1,95

Seuls les résultats concernant l'indice alpha global sont statistiquement identiques pour les deux laboratoires. Les écarts relatifs dépassent les 20% et les écarts normalisés sont supérieurs à 1 pour les résultats de l'indice bêta global et pour l'activité volumique de tritium. Toutefois, les résultats radiologiques obtenus par les deux laboratoires sont du même ordre de grandeur et permettent d'aboutir aux mêmes conclusions. Les résultats de cette campagne de mesure sont dans la gamme des résultats obtenus pour l'année 2024 (cf. Tableau 10-32) :

- entre 0,61 et 6,0 Bq/L pour l'indice alpha global ;
- entre 22 et 70 Bq/L pour l'indice bêta global ;
- entre 30 300 et 139 000 Bq/L pour le tritium.

Les différences observées peuvent être attribuées à la méthode d'échantillonnage utilisée. En effet, deux échantillons ont été prélevés successivement sans être mélangés. Cette comparaison permet de mettre en évidence l'hétérogénéité des effluents de la branche ouest du RSGE.

4.9.2.2 Recherche de l'origine des émetteurs alpha au point de contrôle BRS-OU

Une valeur plus élevée de l'indice alpha global a été obtenue le 12/03/24 (cf. Tableau 10-32) dans un échantillon du BRS-OU (6 Bq/l). Des analyses complémentaires ont été réalisées afin d'identifier les radionucléides à l'origine de ces émissions alpha. Pour cela, une spectrométrie gamma et une spectrométrie alpha ont été réalisées sur le même échantillon. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-33.

Tableau 4-33

Résultats radiologiques complémentaires du BRS-OU du 12/03/24

Paramètres	Résultats (Bq/L)
Cs137	7,6 +/- 2,4
Pb210	<5
Po210	1,8 +/- 0,2
U234	0,47 +/- 0,05
U235	0,016 +/- 0,013
U238	0,30 +/- 0,04
Pu238	<0,03
Pu239+240	<0,02
Am241	<0,4

La concentration en ^{137}Cs est comparable à celle mesurée au BRS0 (cf. Tableau 10-28).

Aucun RN artificiel émetteur gamma autre que le ^{137}Cs n'a été détecté.

La présence des isotopes de l'uranium, ayant des rapports isotopiques naturelles, est mise en évidence. De plus, du ^{210}Po à une concentration de 1,8 Bq/L est mesuré. Le polonium 210 est issu de la chaîne naturelle de l'uranium 238 et en particulier c'est un descendant solide du radon 222. Or la présence de radon 222 dans les galeries du RSGE est connue. Il provient du sol et du sous-sol du stockage mais également des colis de déchets stockés dans les ouvrages. La concentration de ce gaz radioactif varie en fonction de la pression atmosphérique.

Aucun autre RN artificiel émetteur alpha n'a été détecté.

Une mesure complémentaire à bas seuil en spectrométrie alpha a également été réalisée sur un échantillon prélevé le 03/12/24 pour déterminer la concentration en ^{241}Am . Le résultat <0,0004 Bq/L ne met pas en évidence la présence de ce RN.

L'indice alpha global de 6 Bq/L mesuré dans l'échantillon du BRS-OU du 12/03/24 s'explique par la présence d'émetteurs alpha descendants de la chaîne naturelle de l'uranium 238 et de l'uranium 235 ainsi que du gaz radioactif ^{222}Rn présent en galerie.

4.9.2.3 Détermination de l'origine du carbone 14 dans le BRS0bis

La présence de carbone 14 dans les effluents du BRS0bis est systématiquement constatée (cf. Tableau 4-26). Des mesures de carbone 14 ont été effectuées pendant un an dans les effluents du BRS002 et du BRS149 à l'origine du BRS0bis.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 4-34.

Tableau 4-34

Résultats des mesures de carbone 14 dans le BRS002 et le BRS149

Mois de prélèvement	BRS002 (Bq/L)	BRS149 (Bq/L)
Juillet 2023	64 +/- 21	NR
Aout 2023	35 +/- 20	<22
Septembre 2023	41 +/- 19	<5,3
Octobre 2023	57 +/- 25	<5,6
Novembre 2023	31 +/- 20	<5,5
Décembre 2023	24 +/- 6	<5,6
Janvier 2024	26 +/- 12	<6,4
Février 2024	<21	<8,2
Mars 2024	32 +/- 17	<5,7
Avril 2024	26 +/- 7	<5,3
Mai 2024	33 +/- 17	<5,3
Juin 2024	48 +/- 25	<5,5

Les résultats des mesures au BRS002 sont du même niveau que ceux obtenus au BRS0bis (cf. Tableau 4-26). Aucune mesure significative n'a été obtenue au BRS149.

Le carbone 14 mesuré au BRS0bis provient du BRS002.

5

La surveillance atmosphérique

5.1	Introduction	110
5.2	La pluviométrie	112
5.3	Suivi radiologique de l'air	114
5.4	Contrôles des végétaux de la couverture	115
5.5	Mesure de la radioactivité ambiante	115
5.6	Mesure des concentrations en radon	117
5.7	Analyses complémentaires	117
5.8	Conclusion	117

5.1 Introduction

Bien que le CSM n'effectue pas de rejet gazeux canalisé (il est à noter qu'il existe toutefois des rejets diffus de radon et de tritium), il participe à la surveillance radiologique atmosphérique de la zone nord-ouest du Cotentin. Des mesures radiologiques régulières dans la pluie, l'air (dont aérosols) et les végétaux permettent de vérifier le bon état radiologique atmosphérique environnemental et de détecter toute élévation anormale. En effet, les aérosols jouent un rôle important dans la dispersion des pollutions

La localisation de la station de contrôle atmosphérique, où sont réalisées les mesures de hauteur de pluie (pluviomètre station, point de suivi PH1) et les contrôles radiologiques de la qualité de l'air, est présentée en Figure 5-1. Cette figure identifie également les points de prélèvement des végétaux.

Cette surveillance est complétée par la mesure du rayonnement gamma ambiant en 11 points sur le site, et deux stations de prélèvement pour analyse mensuelle du radon dans l'air.

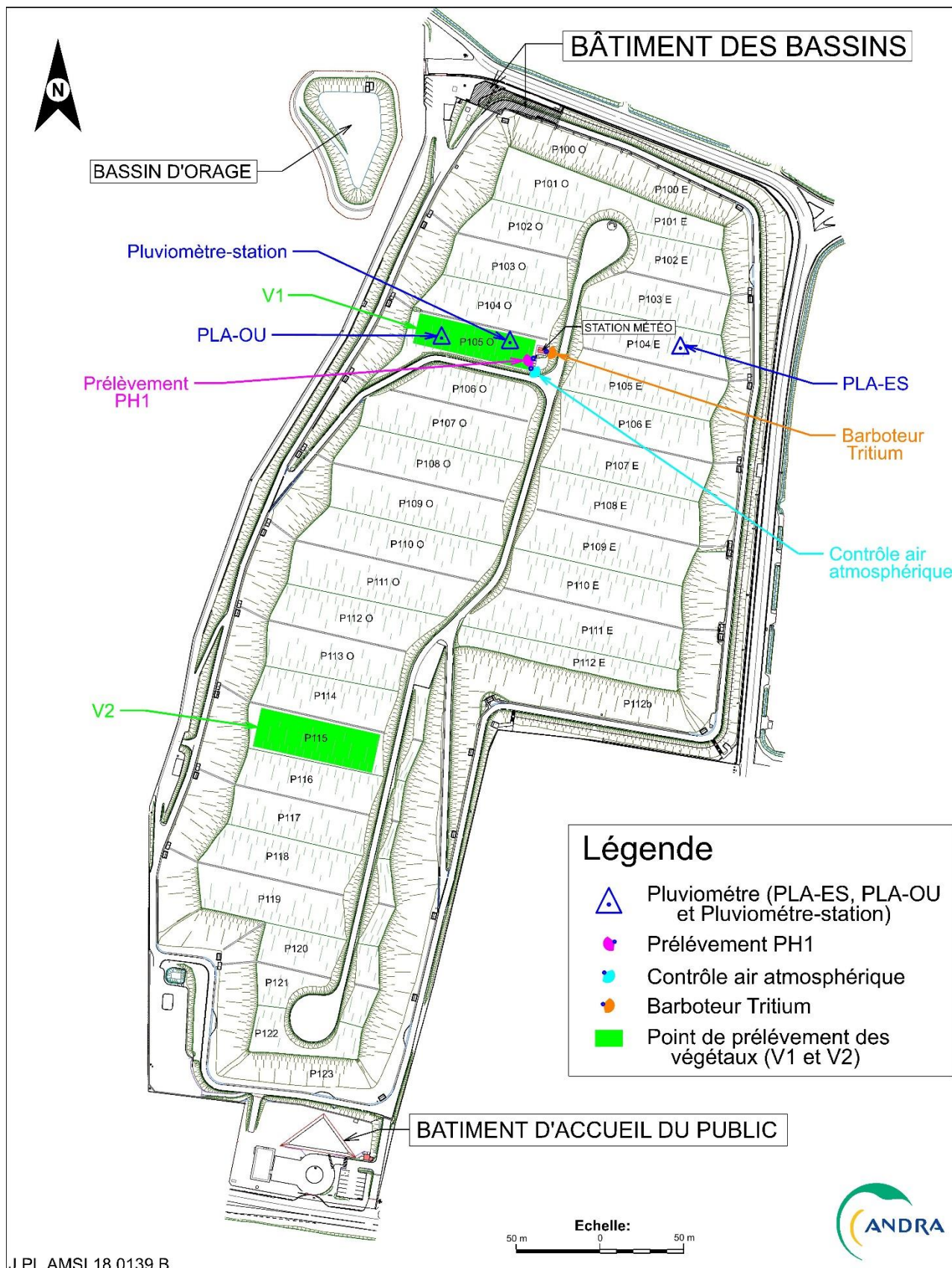


Figure 5-1 Localisation de la station de contrôle atmosphérique, pluviomètres et points de prélèvements de végétaux

5.2 La pluviométrie

5.2.1 Suivi des précipitations

La pluviométrie est enregistrée quotidiennement au niveau de la station atmosphérique. Le point de prélèvement est appelé **PH1** (cf. Figure 5-1). Ce suivi permet, entre autres, l'interprétation des évolutions des volumes collectés *via* les différents réseaux du Centre par rapport à la pluie.

La moyenne annuelle du cumul des précipitations pour la période 1994-2024 est de 1 132 mm. Généralement, la saison pluvieuse se situe d'octobre à janvier, décembre étant en moyenne le mois le plus pluvieux. En 2024, la pluviométrie cumulée annuelle est de 1 357 mm, soit +20 % par rapport à la moyenne historique pour la période 1994-2024. La répartition saisonnière des pluies est différente de celle observée habituellement avec des mois de juin et décembre moins pluvieux (respectivement -52 % et -40 %) et des mois de septembre et juillet, et particulièrement février très excédentaires (respectivement +92 %, +67 %, et +163 %) (cf. Figure 5-2).

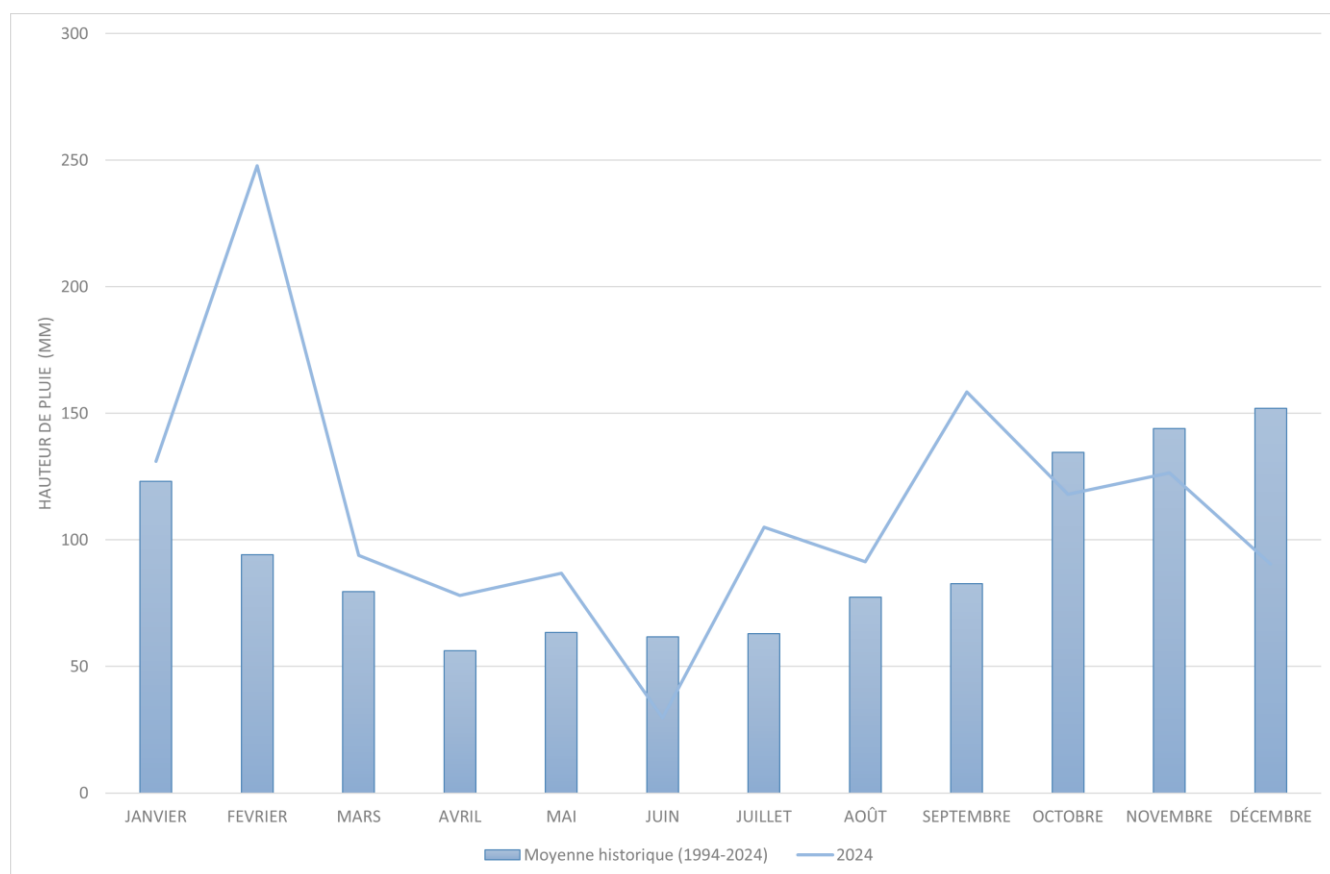


Figure 5-2 Hauteurs moyennes mensuelles sur la période 1994-2024 comparées à la pluviométrie de 2024 (pluviomètre PH1)

5.2.2 Suivi radiologique des eaux de pluie

La surveillance radiologique de l'eau de pluie permet, avec le complément des mesures d'air et de végétaux, de suivre le niveau radiologique du compartiment atmosphérique. En effet, la pluie, en tombant, entraîne les aérosols et les poussières qui peuvent contenir des particules radioactives (et participe au rabattement du tritium gazeux). L'origine des rejets atmosphériques reste cependant sujette à interprétation, notamment en termes de quantification, du fait des activités rejetées annuellement par le site d'Orano Recyclage, bien que des rejets diffus en radon et tritium soient clairement identifiés en provenance du massif de stockage du CSM. Le suivi des activités volumiques des eaux tombées sur le site permet

l'interprétation des résultats de mesures radiologiques à la CMG (cf. paragraphe 4.3.2) vers laquelle sont dirigées les eaux de ruissellement du Centre.

Les analyses radiologiques sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des précipitations hebdomadaires. Le détail des résultats est donné en annexe dans le Tableau 10-37.

En 2024, 49 prélèvements hebdomadaires ont pu être réalisés. Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le Tableau 5-1.

Tableau 5-1 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle PH1

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	5,7	43	≤1,8
Indice alpha global (Bq/L)	≤0,016	0,12	≤0,012
Indice bêta global (Bq/L)	0,072	0,46	≤0,033
Potassium (mg/L)	0,62	4,4	≤0,21

Les concentrations volumiques en tritium sont variables ; les résultats d'analyses significatifs sont en lien avec les activités industrielles d'Orano Recyclage La Hague⁷. Elles sont cohérentes avec les mesures des années précédentes (7,7 Bq/L en moyenne sur les dix dernières années). La concentration tritium la plus élevée mesurée en 2024 de 43 Bq/L est du niveau régulièrement mesuré en lien avec les activités d'Orano Recyclage La Hague.

Les résultats des mesures des indices alpha global des prélèvements d'eau de pluie sont généralement inférieurs ou proches du seuil de décision moyen de 0,013 Bq/L. Ils sont en moyenne équivalents à ceux des années précédentes avec toutefois une valeur élevée (supérieure à 0,1 Bq/L) qui a été mesurée lors d'épisodes pluvieux consécutifs à des périodes sans pluie où l'atmosphère est particulièrement chargée en aérosols solides qui est lessivée par les eaux météoriques.

Les activités significatives en bêta global varient de 0,039 Bq/L à 0,46 Bq/L. Elles sont en moyenne équivalentes à celles des années précédentes.

La teneur moyenne en potassium est de 0,62 mg/L contribuant *via* le ⁴⁰K⁸ à l'activité volumique bêta global à hauteur d'environ 0,017 Bq/L, soit environ 24 % de l'activité bêta globale moyenne. La concentration volumique de potassium la plus élevée correspondent également aux valeurs les plus élevées mesurées en alpha et bêta global pour l'année 2024 (soit du 29 juillet au 5 août).

5.2.3 Suivi physico-chimique des eaux de pluie

Des analyses physico-chimiques sont réalisées deux fois par an ; les résultats détaillés sont présentés dans le Tableau 10-38. Ces mesures permettent de suivre la qualité de l'air, de détecter toute évolution et d'interpréter, par comparaison, les mesures faites aux exutoires du Centre. Pour rappel, le Centre est en phase de fermeture et ne génère aucune activité industrielle susceptible de mettre en suspension dans l'air des particules chimiques (métallurgie, procédés chimiques...). Les résultats des mesures traduisent donc les activités d'industries voisines du site.

La mesure du pH est réalisée à fréquence hebdomadaire lors des prélèvements pour les analyses radiologiques. Les résultats donnés dans le Tableau 10-37 montrent que les pluies collectées sont acides à neutres (pH compris entre 4,4 et 7,1). Ces valeurs sont cohérentes avec la présence importante dans les pluies de chlorures, nitrates et sulfates (cf. Tableau 10-38).

En plus des éléments majeurs systématiquement mesurés dans l'eau de pluie, certains métaux sont généralement détectés : l'aluminium (8 µg/L en moyenne), le bore (3 µg/L en moyenne), le cuivre (1 µg/L en moyenne), le fer (13 µg/L en moyenne), le

⁷ Les installations du site d'Orano Recyclage de La Hague participent au traitement des combustibles usés. Dans le cadre de ces activités, Orano Recyclage rejette du tritium sous forme liquide et gazeux conformément à leur arrêté rejet (24).

⁸ Le ⁴⁰K est l'isotope radioactif naturel du potassium, 1g de potassium présente une activité d'environ 31 Bq/g, cet élément participe à la radioactivité naturelle.

manganèse (2 µg/L en moyenne), le nickel (1 µg/L en moyenne), le plomb (0,2 µg/L en moyenne) et le zinc (6 µg/L en moyenne). Ces concentrations mesurées de façon récurrente sont stables par rapport à 2023, en lien avec une plus forte pluviométrie ces deux dernières années.

Il est à noter la présence de MES, traduisant la présence plus importante de particules (poussières) dans les eaux de pluie.

5.2.4 Conclusion

L'année 2024 est une année relativement pluvieuse, elle se classe parmi les 5 années les plus pluvieuses depuis 1994. Avec un cumul moyen de précipitations dépassant les 1 000 mm, l'année 2024 a enregistré un excédent de 20 % par rapport à la moyenne mesurée entre 1994 et 2024. Elle est caractérisée par une forte pluviométrie en début d'année.

La concentration des éléments radiologiques et physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes.

5.3 Suivi radiologique de l'air

5.3.1 Contrôles radiologiques des poussières atmosphériques

Le préleveur d'aérosol permet un prélèvement journalier de dépôt atmosphérique sur filtre. La mesure différée en laboratoire porte sur la détermination des indices alpha et bêta globaux. Les résultats des mesures radiologiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le Tableau 10-39.

Les valeurs moyennes, maximales et minimales, sont données dans le Tableau 5-2.

Tableau 5-2 Résultats des mesures radiologiques des poussières atmosphériques

Paramètre	Concentration moyenne en mBq/m ³	Concentration maximale en mBq/m ³	Concentration minimale en mBq/m ³
Indice alpha global	0,035	0,27	≤0,0034
Indice bêta global	0,47	3,4	0,017

Le niveau de radioactivité mesuré sur les filtres correspond à des niveaux environnementaux. Les indices alpha et bêta globaux sont équivalents à ceux obtenus les années précédentes. Le seuil d'investigation de 2 mBq/m³ en bêta global préconisé à l'annexe 2 de la décision environnementale (3) a été atteint pour huit résultats (fin septembre et début novembre).

Une spectrométrie gamma complémentaire a donc été réalisée sur les filtres concernés ; les résultats mettent en évidence uniquement la présence de radionucléides d'origine naturelle, à savoir le béryllium 7 et le plomb 210 (cf. Tableau 10-40).

5.3.2 Mesures du tritium atmosphérique

Le prélèvement du tritium atmosphérique est réalisé par barbotage de l'air dans des récipients remplis d'eau. Le matériel utilisé au CSM est composé de quatre pots de barbotage permettant la discrimination du tritium atmosphérique sous forme de vapeur d'eau (HTO) des autres formes gazeuses du tritium atmosphérique (HT). Les prélèvements sont réalisés en continu sur une période d'une semaine.

Les résultats de cette surveillance sont donnés dans le Tableau 10-41. Le Tableau 5-3 synthétise les résultats obtenus en 2024.

Tableau 5-3 Résultats des mesures de tritium atmosphérique

Paramètre	Concentration moyenne en Bq/m ³	Concentration maximale en Bq/m ³	Concentration minimale en Bq/m ³
³ H global	0,54	1,0	≤0,17
HTO	0,22	0,35	≤0,062
HT	0,31	0,71	≤0,069

Ces mesures montrent la présence significative de tritium sous forme gazeuse (HT) et contenue dans la vapeur d'eau (HTO), en cohérence avec les valeurs significatives de tritium relevées dans la pluie sur les mêmes périodes (cf. Tableau 10-37). Il est à noter que les mesures d'activité tritium dans l'air ne sont pas systématiquement significatives et qu'elles dépendent, comme évoqué au paragraphe 5.2.2, de l'activité d'Orano Recyclage, vu comme principal contributeur à l'activité en tritium présent dans le compartiment atmosphérique.

Les résultats des mesures sont du même niveau que les années précédentes.

5.4 Contrôles des végétaux de la couverture

La localisation des points de prélèvement des végétaux est indiquée en Figure 5-1. La mesure radiologique des végétaux permet d'évaluer le niveau radiologique des dépôts atmosphériques.

Les résultats des mesures mensuelles de spectrométrie gamma effectuées sur les prélèvements d'herbe de la couverture du CSM sont présentés dans le Tableau 10-42.

Les activités massiques des radioéléments naturels ⁴⁰K (de 360 Bq/kg sec à 720 Bq/kg sec) et ⁷Be (de 100 Bq/kg sec à 2 100 Bq/kg sec) sont systématiquement significatives. Le potassium est un constituant des végétaux dont la concentration varie en fonction de l'état végétatif. Le ⁷Be est un radionucléide naturel d'origine cosmique (créé sous l'effet du rayonnement solaire sur la haute stratosphère) présent dans l'atmosphère et déposé sur le sol lors des précipitations. Sa variation de concentration traduit donc la variation d'activité solaire.

Deux valeurs significatives de ¹³⁷Cs ont été mesurées en janvier et en novembre 2024 dans les végétaux V2. Cette présence peut avoir deux origines :

- présence de terre dans l'échantillon mis en comptage ;
- transfert racinaire de radiocésium présent dans le sol.

Il est à noter que le résultat de mesure est faible et que de telles valeurs sont régulièrement mesurées. Aucun autre radionucléide artificiel n'a été détecté.

5.5 Mesure de la radioactivité ambiante

Le débit de dose gamma ambiant sur le site est estimé à l'aide de onze dosimètres (dix placés en périphérie du site au niveau de la clôture et un situé en partie haute de la couverture au niveau de la station de surveillance atmosphérique). Leur localisation est donnée sur la Figure 5-3. Ces appareils permettent de mesurer, en continu, les rayonnements gamma d'origines cosmiques et telluriques.

Les résultats des mesures radiologiques concernant ces points de contrôle sont présentés dans le Tableau 10-43.

En 2024, les valeurs de débit de dose mensuelles varient de 67 nGy/h à 111 nGy/h. Le débit de dose moyen calculé à partir des 10 dosimètres de clôture est de 91 nGy/h et de 96 nGy/h pour le dosimètre placé à la station de contrôle atmosphérique. Les valeurs mesurées sont dues à la radioactivité d'origine tellurique et cosmique. Elles sont équivalentes au débit de dose ambiant naturel de la région (environ 100 nGy/h source site internet Teleray de l'IRSN).

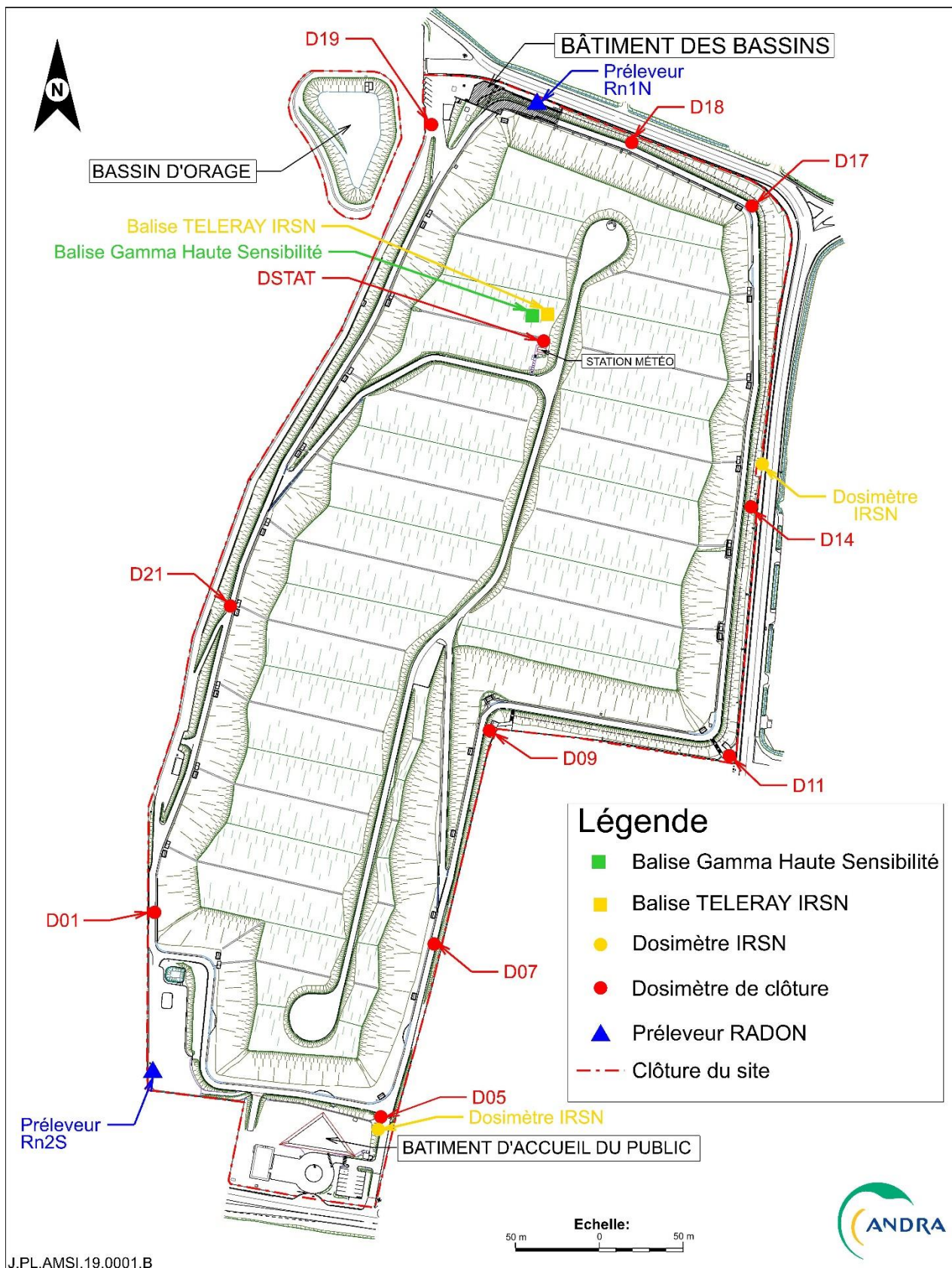


Figure 5-3

Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site

5.6 Mesure des concentrations en radon

Les concentrations atmosphériques en radon font l'objet de mesures en périphérie du Centre par le biais de deux préleveurs spécifiques placés au nord et au sud-ouest du CSM. Ces appareils permettent une mesure de l'énergie alpha potentielle volumique du radon et de ses descendants dans l'air.

La localisation des préleveurs dédiés à la mesure du radon est rappelée en Figure 5-3.

Les résultats pour l'année 2024 sont présentés dans le Tableau 10-44. Ils sont similaires à ceux des années précédentes.

Les concentrations volumiques en radon sont en moyenne d'environ 2,0 Bq/m³ sur l'année.

Le niveau moyen du préleveur placé au nord, Rn1n (3,0 Bq/m³), est, comme les années précédentes, supérieur à celui du préleveur sud, Rn2s (0,94 Bq/m³).

Aucune évolution à la hausse n'est mise en évidence en 2024.

5.7 Analyses complémentaires

Lors des campagnes annuelles de caractérisation radiologique des eaux souterraine, la détection de ³⁶Cl est parfois observée. Notamment, la présence de ³⁶Cl a été confirmée dans le PO140 lors d'une campagne de mesures spécifiques (Cf. § 5.5.3.4 du bilan de la surveillance 2023 (6)). Pour améliorer la compréhension de l'origine de ce radionucléide, des mesures de ³⁶Cl ont été réalisées dans la pluie. Des prélèvements représentatifs du trimestre ont été effectués au cours de l'année 2024. Les échantillons ont été envoyés au laboratoire Subatech afin d'y réaliser des mesures en scintillation liquide après séparation radiochimique. Les résultats sont présentés dans le Tableau 5-4.

Tableau 5-4 Résultats des mesures de chlore 36 dans la pluie

Date du prélèvement	Activité volumique de ³⁶ Cl (Bq/L)
01/04/2024	< 0,19
01/07/2024	< 0,28
30/09/2024	< 0,20
30/12/2024	< 0,14

Le chlore 36 n'a pas été mis en évidence dans l'eau de pluie (valeurs non significatives, inférieures au SD). Les rejets atmosphériques ne semblent pas expliquer la présence de chlore 36 dans les eaux souterraines du site du CSM.

5.8 Conclusion

La surveillance du compartiment atmosphérique ne montre pas d'évolution en 2024. Les valeurs mesurées sont toutes du niveau environnemental. Le tritium mesuré dans l'air (de 0,17 Bq/m³ à 1,0 Bq/m³) est d'origine anthropique (influence des rejets autorisés d'Orano Recyclage). Cette année, du ¹³⁷Cs est mesuré dans les végétaux de la couverture, à un niveau faible.

6

La surveillance des eaux souterraines

6.1	Présentation générale – principe de la surveillance	120
6.2	Suivi du niveau piézométrique	125
6.3	Suivi de la qualité des eaux souterraines	135
6.4	Conclusion du suivi des eaux souterraines	155

6.1 Présentation générale – principe de la surveillance

6.1.1 Généralités

La localisation des piézomètres permettant le contrôle de la qualité et de l'évolution de la nappe phréatique est présentée en Figure 6-1.

Les mesures réalisées dans les eaux souterraines, à l'aide du réseau piézométrique comprenant des piézomètres suivis par l'Andra et des piézomètres suivis par Orano Recyclage, ont trois objectifs principaux :

- déterminer les directions d'écoulement au droit du stockage jusqu'aux exutoires ;
- déterminer la recharge de la nappe et les fluctuations piézométriques pour contrôler le niveau de la nappe par rapport aux radiers des ouvrages ;
- suivre les niveaux d'activité radiologique (un focus étant fait sur le tritium) ainsi que les paramètres physico-chimiques des eaux souterraines pour détecter d'éventuelles anomalies.

Il est à noter que les eaux de la nappe phréatique présentent par endroits un marquage en tritium lié à une contamination historique.

Les piézomètres Andra sont implantés sur le site ou à proximité ; ils sont au nombre de 64. Les piézomètres appartenant à Orano Recyclage permettent de compléter les mesures effectuées par l'Andra. Il est à noter que les 4 nouveaux piézomètres (cf. § 2.1.4.1) finalisés en fin d'année seront intégrés au suivi de mesures des hauteurs piézométriques en 2025.

Les piézomètres suivis par l'Andra sont appelés par le préfixe PO (en bleu sur la Figure 6-1) et ceux suivis par Orano Recyclage sont appelés par le préfixe PZ (en rouge sur la Figure 6-1).

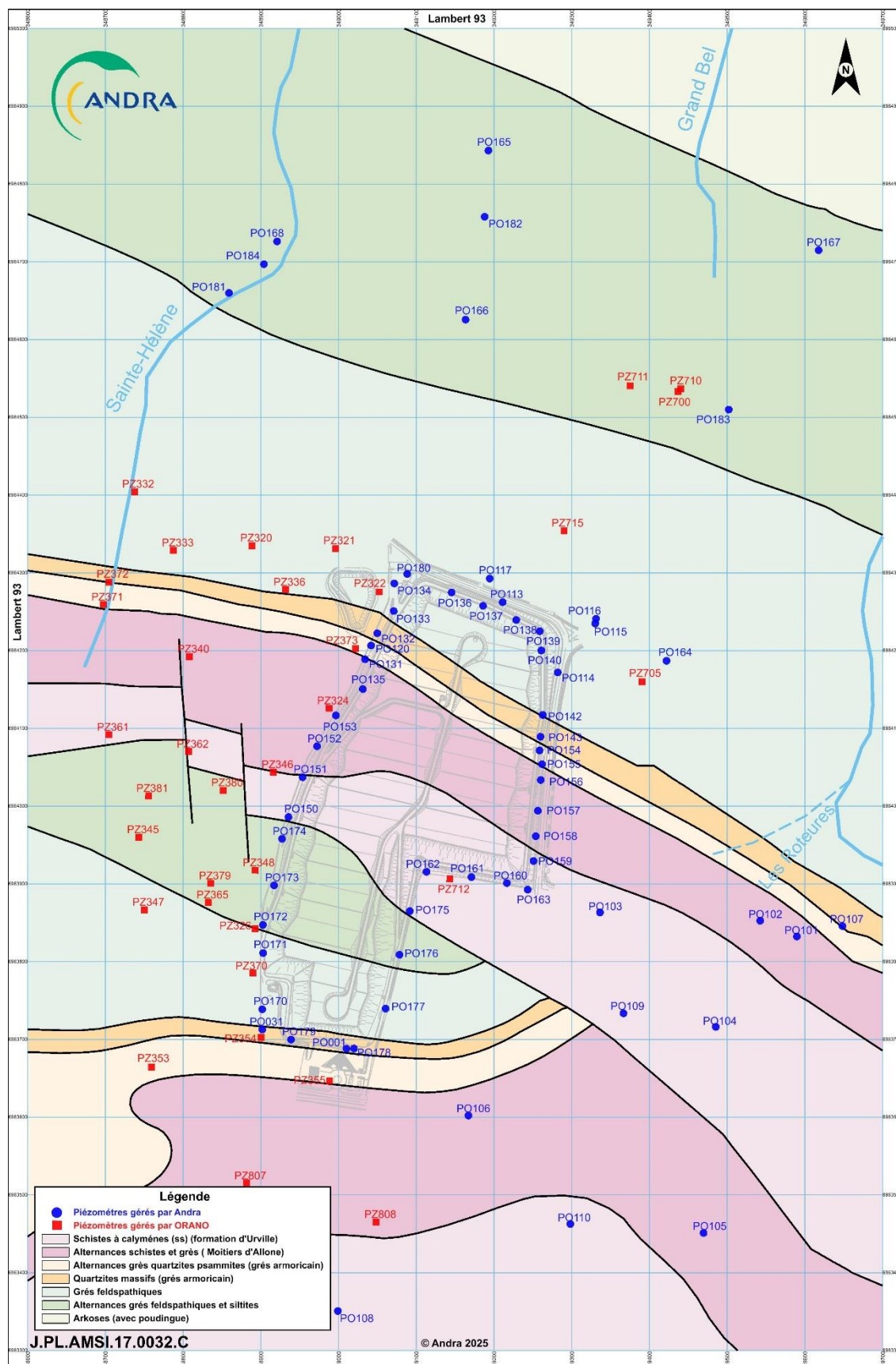


Figure 6-1 Localisation des piézomètres

6.1.2 Programme de surveillance

Le Tableau 6-1 présente la liste des piézomètres ainsi que la fréquence et le type d'analyses réalisées.

Tableau 6-1 Liste des piézomètres et types de suivis de la surveillance de la nappe phréatique

Type de mesures	Fréquence	Piezomètres
Hauteurs piézométriques	Mensuelle	Les 60 piézomètres de l'Andra
Analyses radiologiques courantes	Mensuelle	PO001, PO113, PO114, PO115, PO116, PO117, PO120, PO134, PO136, PO137, PO138, PO139, PO140, PO165, PO166, PO167, PO168, PO172, PO173, PO174, PO180 PZ320, PZ321, PZ322, PZ324, PZ326, PZ340, PZ371, PZ379, PZ700, PZ705, PZ711, PZ712, PZ715, EVT-7
	Bimestrielle	PO131, PO132, PO133, PO135, PO142, PO143, PO150, PO151, PO152, PO153, PO154, PO155, PO156, PO157, PO158, PO159, PO171
	Semestrielle	PO031, PO160, PO161, PO162, PO170, PO175, PO176, PO177, PO178, PO179,
Analyses radiologiques à bas seuil	Annuelle	PO113, PO131, PO137, PO138, PO140, PO159, PO168, PO172, PO173, PO174, PO180
	Quinquennale	PO001, PO113, PO131, PO137, PO138, PO140, PO159, PO168, PO173, PO174, PO180, PZ700
Analyses de stratification	Quinquennale	PO113, PO120, PO132, PO133, PO136, PO142, PO143, PO156
Analyses physico-chimiques	Semestrielle	PO001, PO131, PO113, PO114, PO115, PO136, PO139, PO142, PO153, PO156, PO158, PO160, PO168, PO172, PO174, PO175, PO180 PZ322, PZ700, PZ715, EVT-7

6.1.2.1 Niveau piézométrique

Le suivi du niveau piézométrique de la nappe phréatique est réalisé chaque mois par une mesure de hauteur dans chaque piézomètre. Ce niveau piézométrique est fonction de la recharge, de la géométrie et de la nature de l'aquifère, ainsi que des perturbations que peuvent induire les pompages ou les aménagements sur et à proximité du site. Ces résultats des mesures permettent de déterminer le sens des écoulements de la nappe.

Six piézomètres (PO151, PO152, PO159, PO162, PO163, PO173) sont par ailleurs équipés d'une sonde dite « d'attention » se déclenchant à l'atteinte d'un niveau de nappe défini.

6.1.2.2 Surveillance radiologique

Les analyses radiologiques sur les eaux de la nappe sont effectuées sur des prises d'échantillons (canne de prélèvement à une hauteur constante) ponctuelles à fréquences mensuelles, bimestrielles ou semestrielles : les résultats des analyses

radiologiques courantes sont présentés dans le Tableau 10-45 et le Tableau 10-46. Ces contrôles concernent les piézomètres intérieurs et extérieurs au CSM. Par ailleurs, chaque prélèvement est accompagné d'une mesure de hauteur de la nappe. Concernant les activités volumiques en tritium, le Tableau 10-45 et le Tableau 10-46 présentent, outre les valeurs moyennes (moyennes arithmétiques de toutes les mesures effectuées dans l'année), les valeurs maximales des mesures de l'année, signalées en gras pour chaque piézomètre.

Des analyses radiologiques à bas seuil sont réalisées annuellement. Ce suivi permet de vérifier l'absence de relâchements (hors tritium) dans les eaux souterraines. Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-47 et le Tableau 10-48.

Il a été démontré, via des études antérieures (2012-2018), que la nappe est affectée par une stratification dont les effets sont variables suivant les saisons et en fonction des battements de la nappe. Cet effet, couplé à un différentiel de vitesse de circulation de l'eau dans les différents faciès traversés, pourrait expliquer la stratification du tritium dans une même colonne d'eau. La campagne quinquennale de mesure de concentration tritium en profondeur sur les huit piézomètres étudiés (PO113, PO120, PO132, PO133, PO136, PO142, PO143, PO156) a eu lieu en 2024.

6.1.2.3 Surveillance physico-chimique

Conformément à l'arrêté d'autorisation de rejet (1), les 19 piézomètres cités sont suivis chaque semestre en période de hautes et basses eaux ; en complément, le PO115 et le PZ700 sont également suivis (cf. Tableau 6-1). L'objectif de ce suivi est de détecter toute augmentation anormale de concentration d'un élément chimique. Les paramètres suivis correspondent à ceux pouvant provenir du stockage et sont conformes à l'arrêté d'autorisation de rejet (1). Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ces piézomètres sont présentés dans le Tableau 10-50, le Tableau 10-51, le Tableau 10-52 et le Tableau 10-53.

Les résultats sont comparés aux normes de qualité ou aux valeurs seuils définies dans l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25). Le Tableau 6-2 précise les concentrations correspondant aux seuils à ne pas dépasser afin que l'état chimique des eaux souterraines puisse être qualifié de bon. Seules les valeurs seuils des paramètres mesurés dans le cadre de la surveillance de l'environnement du CSM sont présentées dans Tableau 6-2, en cohérence avec l'arrêté précité.

Tableau 6-2 Valeurs seuils et normes de qualité des paramètres mesurés dans les eaux souterraines du CSM (selon arrêté 17 décembre 2008 (25))

Paramètres	Valeurs seuils retenues au niveau national
Aluminium	200 µg/L
Arsenic	10 µg/L
Baryum	700 µg/L
Bore	1 mg/L
Cadmium	5 µg/L
Chlorures	250 mg/L
Chrome	50 µg/L
Cuivre	2 mg/L
Cyanures totaux	50 µg/L
Fer	200 µg/L

Paramètres	Valeurs seuils retenues au niveau national
Manganèse	50 µg/L
Mercure	1 µg/L
Nickel	20 µg/L
Nitrates	50 mg/L
Nitrites	0,3 mg/L
Orthophosphates ⁹	0,5 mg/L
Plomb	10 µg/L
Sulfates	250 mg/L
Zinc	5 mg/L
Somme HAP 6	1 µg/L
Conductivité	1100 µSv/cm

Pour rappel, les normes de qualité environnementale ont été fixées en fonction de la concentration en métal dissous dans le milieu. De ce fait, les eaux souterraines font l'objet d'une caractérisation des métaux **dissous**.

6.1.2.4 Suivi de la concentration tritium

La circulation des eaux souterraines dans le secteur du Centre est complexe. La nappe subit des variations saisonnières de hauteur en fonction des conditions climatiques et présente donc des directions d'écoulement variables, qui sont également influencées par les pompages réalisés au niveau des bâtiments et installations industrielles d'Orano Recyclage situés à l'ouest.

Aussi, l'observation croisée des activités volumiques ainsi que des directions d'écoulement de la nappe amène à considérer différentes zones caractéristiques, pour lesquelles le suivi du comportement des piézomètres les plus marqués est étudié.

L'Andra a ainsi regroupé les piézomètres représentatifs par zone, afin d'établir des chroniques et des courbes traçant les évolutions de la concentration de tritium. Ceci facilite l'interprétation des résultats de la surveillance des eaux souterraines à l'échelle pluriannuelle et la mise en évidence de comportements atypiques. Le Tableau 6-3 présente les piézomètres pris en compte pour le calcul d'un indicateur de concentration tritium par zone.

Tableau 6-3 Présentation de la localisation des zones et des piézomètres associés

Zones	Situations par rapport au CSM		Piézomètres pris en compte dans le calcul de l'indicateur tritium de la zone
	Géographique	Hydraulique	
1	Sud-est	Amont, zone de recharge	PO001, PO158, PO159, PO160, PO161, PO162, PO175, PO176, PO177, PO178
2	Sud-ouest	Zone influencée par le rabattement du bâtiment EEV-SE	PO150, PO151, PO170, PO171, PO172, PO173, PO174, PO179, PZ326

⁹ Les orthophosphates (appelés aussi phosphates) correspondent à une forme minérale oxydée du phosphore

Zones	Situations par rapport au CSM		Piézomètres pris en compte dans le calcul de l'indicateur tritium de la zone
	Géographique	Hydraulique	
3	Nord-est	Secteur influençant le ruisseau du Grand-Bel et partiellement l'aval du ruisseau des Roteures	PO113, PO114, PO115, PO116, PO117, PO137, PO138, PO139, PO140, PO142, PO143, PO154
4	Nord-ouest	Secteur influençant le ruisseau de la Sainte-Hélène	PO120, PO131, PO132, PO133, PO134, PO135, PO136, PO152, PO153, PO180, PZ320, PZ321, PZ322, PZ324

6.2 Suivi du niveau piézométrique

6.2.1 La recharge

La recharge correspond à la part des précipitations qui s'infiltrent jusqu'à la nappe et qui participent aux écoulements souterrains (pluie efficace). Elle s'exprime sous la forme d'une « lame d'eau », exprimée en millimètres¹⁰, dont l'épaisseur dépend des conditions climatiques (pluie, évapotranspiration) et de l'état hydrique du sol et du sous-sol.

Le calcul de la recharge est réalisé avec le code Gardenia, modèle global pluie-niveau simulant, par une succession de réservoirs dont les relations sont régies par des fonctions de production et de transfert, les principaux mécanismes du cycle de l'eau dans un bassin versant (pluie, évapotranspiration, infiltration, écoulements superficiels et souterrains).

Pour la pluviométrie et la recharge, le découpage en année hydrologique (de septembre à août) a été adopté car il permet d'individualiser les épisodes annuels de recharge, les variations des composantes hydrologiques ne correspondant généralement pas à une année calendaire. Les données climatiques utilisées sont :

- les cumuls pluviométriques journaliers relevés à la station de Jobourg, complétés par les données de la station de La Hague en cas de lacunes,
- l'ETP mensuelle provenant du point de grille le plus proche de la station de Bricquebec.

L'usage de ces stations est lié au calage des modèles basés sur les chroniques du piézomètre de référence PO164, implanté au nord-est du CSM (cf. Figure 6-1) dans un secteur situé hors influence hydraulique des aménagements de l'Andra ou d'Orano.

La recharge annuelle moyenne depuis 1964 (cf. Figure 6-2) fluctue entre 160 et 180 mm pour les années les plus sèches (2016-2017 164 mm, 2011-2012 168 mm, 2021-2022 175 mm, 1963-1964 175 mm, 2004-2005 177 mm) et entre 480 et 570 mm pour les années les plus humides (2000-2001 481 mm, 1993-1994 507 mm, 1994-1995 516 mm, 1976-1977 566 mm). Alors que la moyenne mobile de la recharge annuelle sur 10 années antérieures était autour de 350 mm/an, elle est passée sous la barre des 300 mm annuels à partir de 1999-2000, et ce n'est qu'à partir de 2021-2022 qu'elle est remontée au-dessus, atteignant 335 mm en 2023-2024.

¹⁰ 1 millimètre d'eau = 1 litre par mètre carré

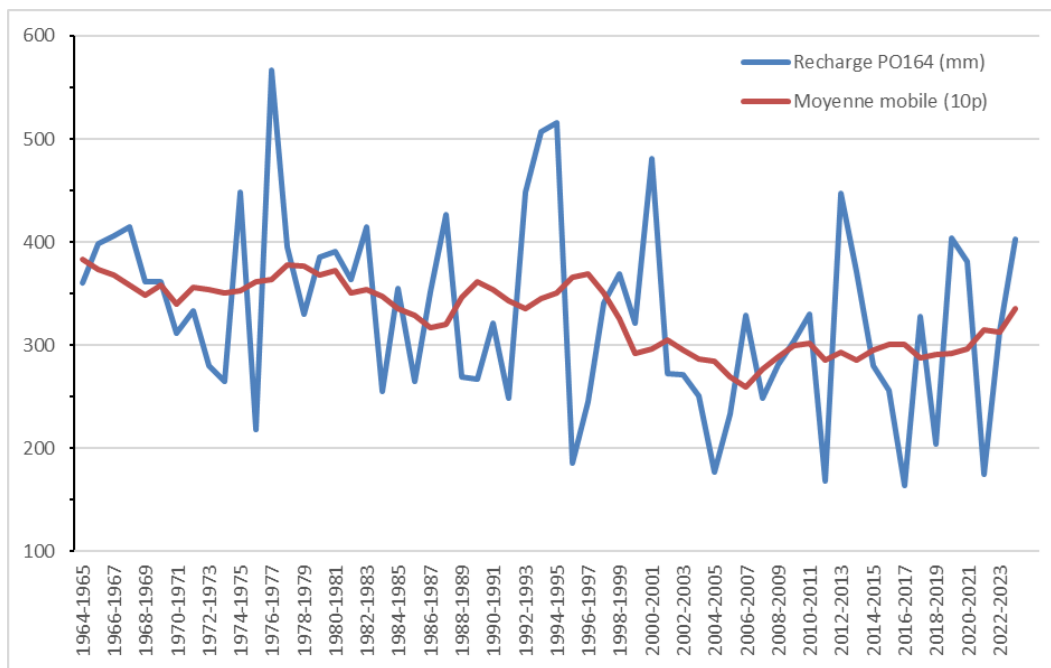


Figure 6-2 Recharge annuelle en PO164 – moyenne mobile sur 10 années

La Figure 6-3 présente l'évolution de la recharge cumulée. En termes de saisonnalité, l'année 2021-2022 présente un profil de recharge avec une distribution habituelle mais déficitaire : la recharge s'effectue principalement sur la période de novembre à avril, mais systématiquement déficitaire vis-à-vis de la recharge moyenne (-15 à -68 %). En dehors de cette période, la recharge est faible et déficitaire (-64 à -81 %). Cela impacte directement la recharge cumulée, qui est déficitaire sur toute la période, avec un minimum de -36 % en janvier, et -47 % en fin d'année hydrologique.

L'année hydrologique 2022-2023 s'initie avec un excédent marqué à partir d'octobre (cf. Figure 6-3), conférant un cumul excédentaire de +26 % en janvier 2023. La recharge mensuelle est ensuite nettement déficitaire jusqu'à la fin de l'année hydrologique : comme ces mois présentent habituellement le moins de recharge (ils représentent moins de 25 % de la recharge moyenne annuelle), cela impacte peu le cumul de recharge. En fin d'année hydrologique, le déficit est seulement de 5 % vis-à-vis de la moyenne cumulée depuis 1964.

L'année hydrologique 2023-2024 débute de manière très contrastée (Figure 6-3) avec un fort déficit les deux premiers mois (-97 et -68 %), puis un très fort excédent en novembre (92,1 mm, +98 %) et décembre (60,9 mm, +29 %) : fin 2023, le cumul sur l'année hydrologique est toutefois excédentaire (+31 %) avec 136 mm. A part un léger déficit en janvier (-13%), la recharge mensuelle est ensuite systématiquement excédentaire jusqu'en mai, conférant un excédent significatif sur la recharge cumulée (+25%), qui ne baisse ensuite que très légèrement avec les recharges déficitaires de juin à août (-27 à -69%), traditionnellement plus secs. Ainsi, en fin d'année hydrologique la recharge cumulée est excédentaire de 22% (402 mm).

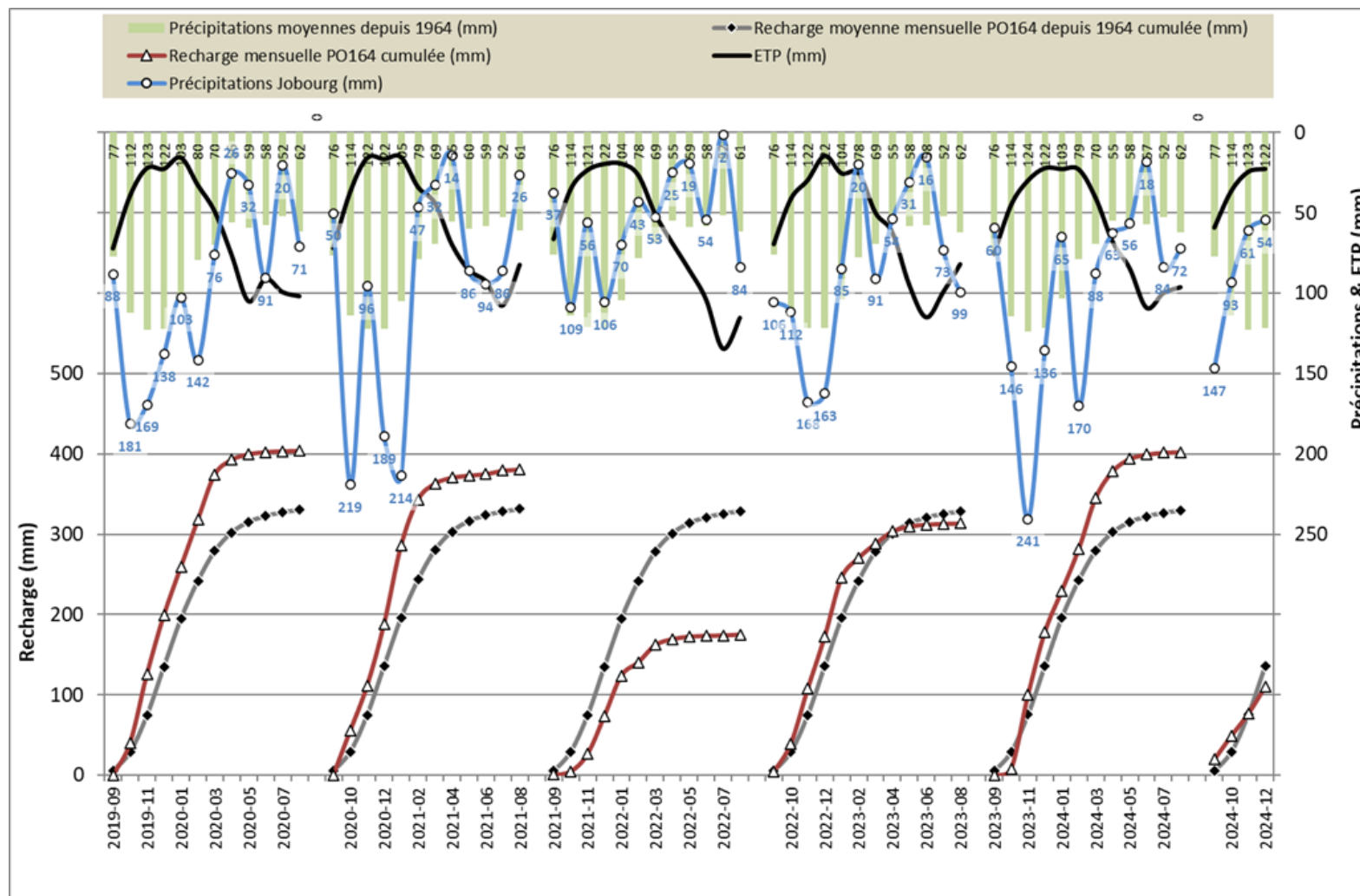


Figure 6-3

Précipitations, ETP et recharge en PO164

6.2.2

Les fluctuations piézométriques

Les fluctuations piézométriques journalières de la nappe en conditions naturelles (hors influence hydraulique des aménagements d'Orano Recyclage et du CSM) sont représentées par la chronique du piézomètre PO164 (cf. Figure 6-4), équipé d'un appareil d'acquisition en continu depuis 1993. Aucune lacune majeure d'acquisition n'est à noter à l'exception d'un épisode d'octobre 2020 à janvier 2021. Selon les chroniques piézométriques, la nappe a connu une évolution habituelle avec des périodes de hautes eaux hivernales en début et fin d'année et une période de basses eaux en fin d'été. Ce comportement est bien entendu corrélé aux précipitations et dans une moindre mesure aux évapotranspirations réelles.

Les recharges excédentaires de 2023-2024 amènent à des hautes et basses eaux à des niveaux globalement très hauts. La reprise de la recharge fin 2023, se poursuivant jusqu'en mai 2024, engendre des hautes eaux atteintes entre décembre et janvier, dépassant les 152 m NGF, et des basses eaux relativement élevées, en septembre sur ce piézomètre.

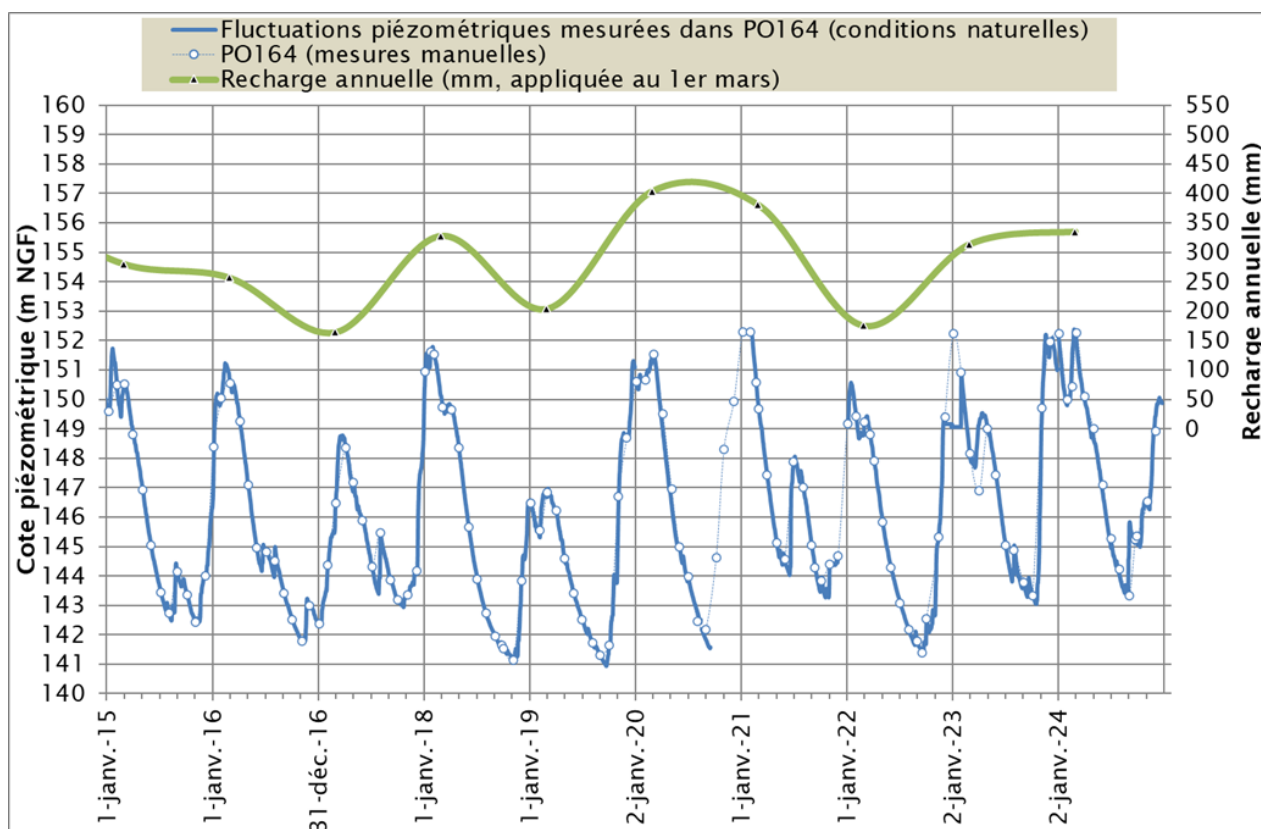


Figure 6-4

Fluctuations piézométriques observées sur PO164 et recharge annuelle calculée

6.2.3

Détermination des périodes hautes et basses eaux

Les campagnes représentatives des situations de hautes et basses eaux sont identifiées de manière automatique en recherchant les dates auxquelles sont effectivement atteints les niveaux extrêmes sur les neuf piézomètres équipés d'enregistreurs automatiques. L'appliquet Excel a évolué en un applicatif QGIS permettant de filtrer les points fixes, de produire les cartes piézométriques, les modèles de variogrammes utilisés jusqu'ici, et de tracer les cartes de lignes de courant associées aux courbes isopièzes.

Les écarts entre ces niveaux extrêmes et les niveaux mesurés manuellement sont ensuite calculés pour chaque piézomètre et pour chaque campagne. On admet alors que la campagne pour laquelle la moyenne des écarts sur les piézomètres Andra (PO) est la plus basse correspond à la période de plus hautes ou de plus basses eaux selon le cas.

En termes de saisonnalité l'année 2024 présente un profil hydrologique plutôt habituel avec des périodes de hautes eaux hivernales en début et fin d'année et une période de basses eaux en fin d'été. Statistiquement, les campagnes représentatives des hautes et basses eaux sont respectivement les campagnes de mars 2024 et septembre 2024 (Figure 6-5 et Figure 6-6).

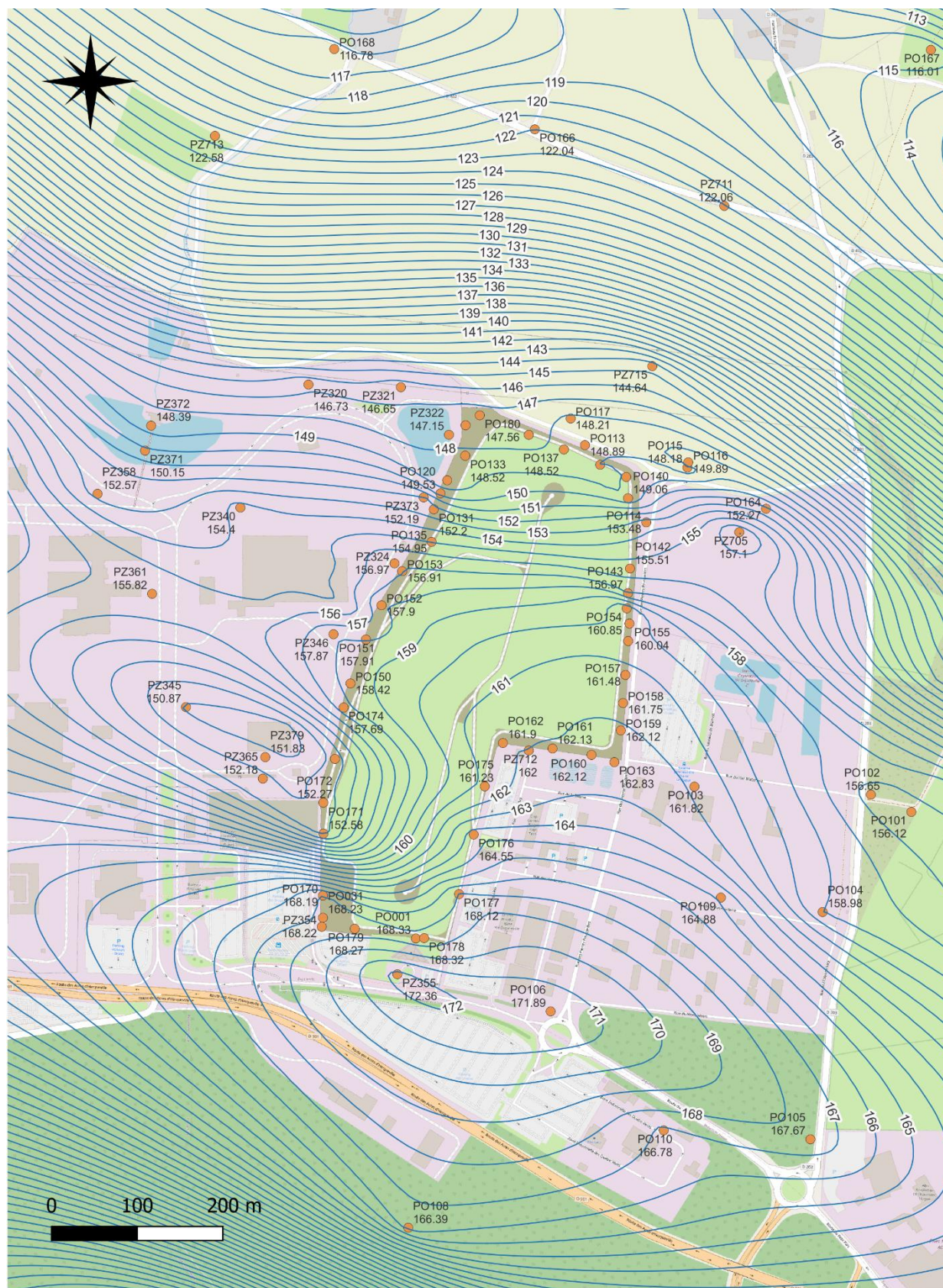


Figure 6-5

Carte piézométrique de hautes eaux – sans PZ700 (mars 2024)

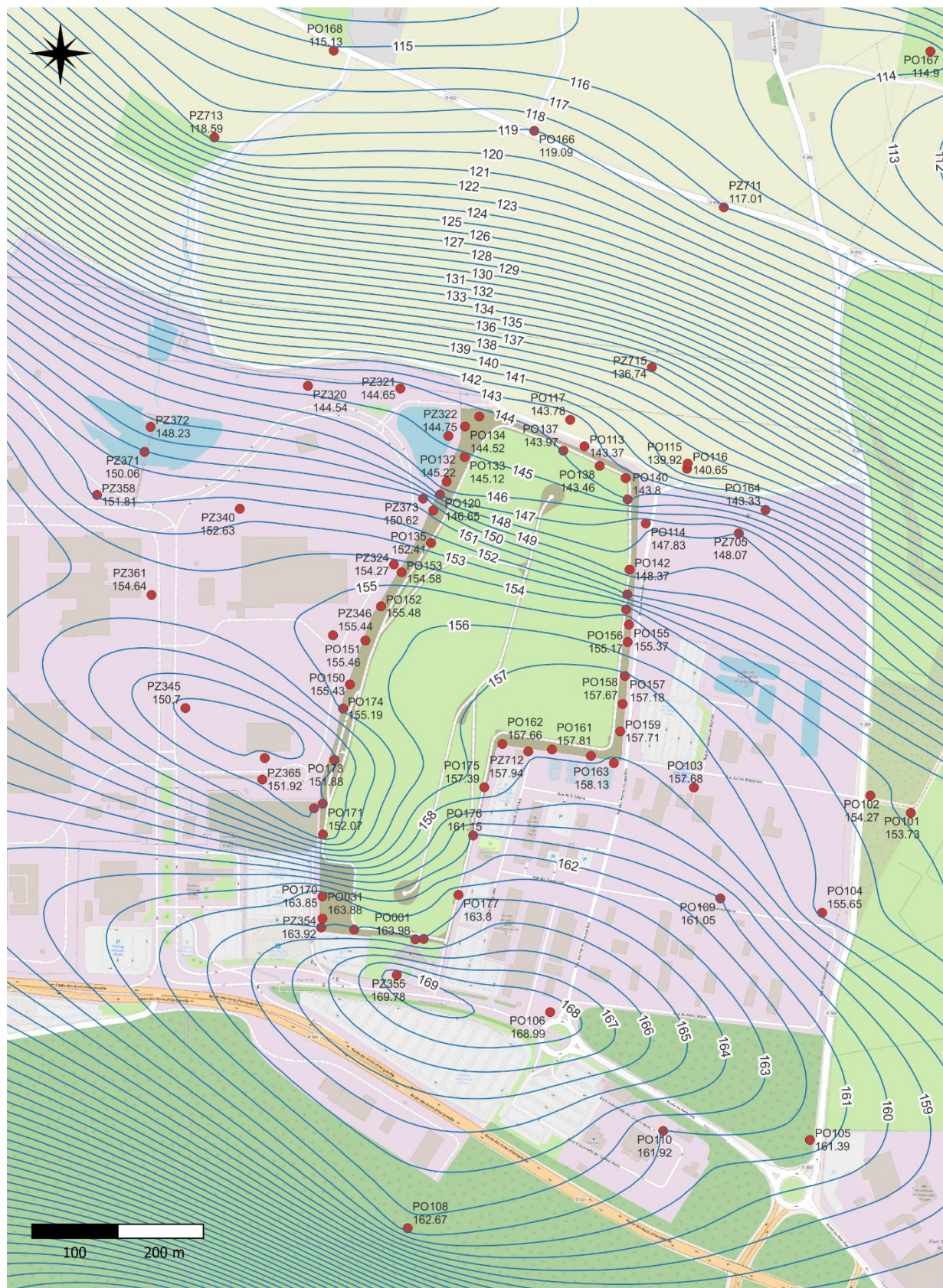


Figure 6-6

Carte piézométrique de basses eaux – sans PZ700 (septembre 2024)

6.2.4 Direction des écoulements

Les directions d'écoulement sont superposées à la piézométrie sur la Figure 6-7, et indiquent les tendances globales, au regard du nombre et de la répartition des points de mesure, ainsi que de leur représentativité, dans un contexte géologique hétérogène. Le suivi de l'évolution des directions d'écoulement montre un déplacement de la ligne de partage des eaux au droit du Centre qui conduit à un transit des eaux de nappe significativement différent sous le Centre au cours de l'année, et amène à constater des variations des teneurs en tritium en certains points, notamment pour les piézomètres situés au nord.

Les directions d'écoulement dépendent de la géologie, des contrastes de recharge au cours de l'année, mais également du cumul annuel, ainsi que des influences externes. Au cours de l'année, les écoulements issus du Centre sont pour partie systématiquement dirigés vers les drainages du site Orano à l'ouest, et au nord évoluent en continu entre les exutoires de la nappe à l'aval du Centre, soit les ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand-Bel, mais également sur la fraction susceptible d'atteindre le ruisseau des Roteures.

En 2024, en sus de l'exutoire vers le drainage du site Orano, les directions d'écoulement lors de la campagne de hautes eaux dépendent fortement du dôme piézométrique présent au nord-est du CSM, orientant ainsi les eaux de la nappe principalement vers la Sainte-Hélène. Cette observation récurrente en hautes eaux n'est pas confirmée en basses eaux, d'autant que le comportement observé en hautes eaux ne dépend pas d'un seul piézomètre mais d'un groupe de piézomètres (PO140, PO139, PO138, PO117, PO136, PO180, ...). Une explication possible pourrait être recherchée dans la structure du substratum. En basses eaux, les exutoires sont dirigés vers les trois cours d'eau, la Sainte-Hélène, le Grand-Bel et les Roteures.

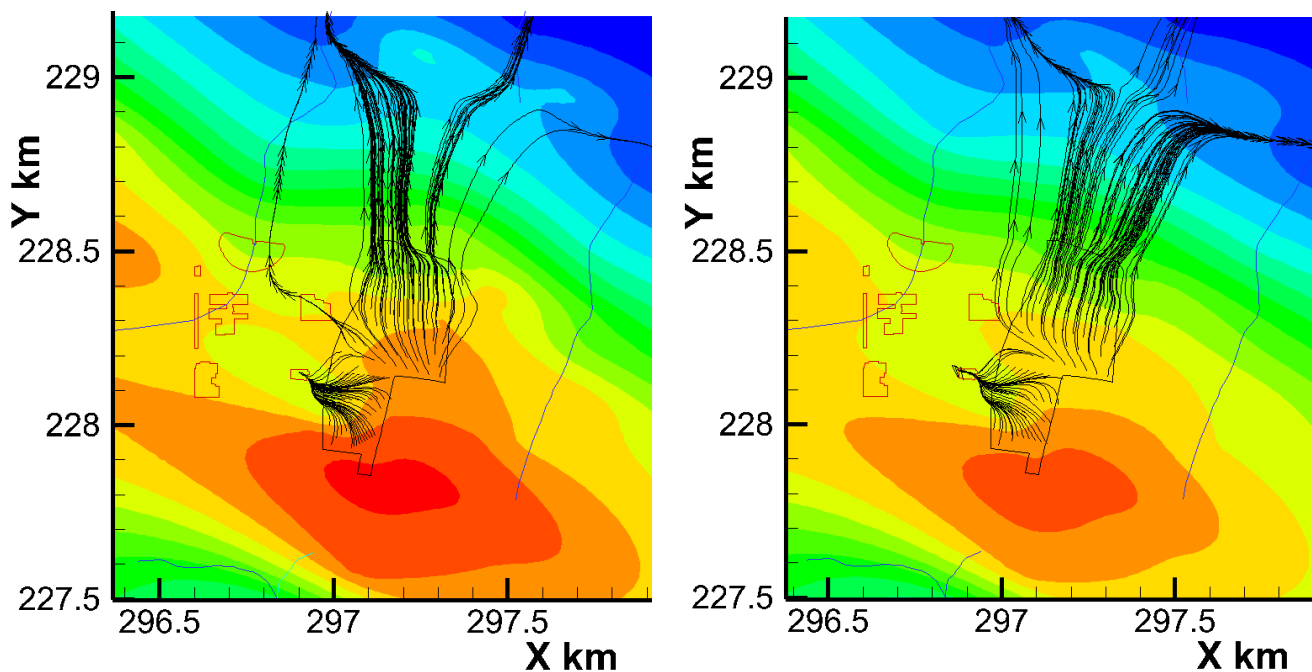


Figure 6-7 Directions d'écoulement de la nappe en hautes eaux (à gauche) et basses eaux (à droite)

6.2.5 Pompages

Seul le rabattement induit par le drainage effectué par Orano Recyclage au niveau du bâtiment EEV-SE, à la cote 150,70 m NGF¹¹, marque fortement et en permanence la piézométrie dans la partie sud-ouest du CSM. Il en résulte que, dans cette zone, les écoulements sont dirigés vers le cône de rabattement induit par ces pompages, alors qu'à l'est et dans toute la moitié nord du site, ils suivent leur trajectoire naturelle en direction du nord et du nord-nord-est (cf. Figure 6-5 et Figure 6-6).

Aucun autre pompage d'exploitation industrielle, agricole ou d'eau potable n'affecte le périmètre du CSM ou ses alentours.

Une sonde dite « d'attention » a été placée en PO173 permettant d'alerter d'une éventuelle remontée de nappe à la suite d'un arrêt des pompes de relevage en EEV-SE. Aucun arrêt des pompes n'a eu lieu en 2024 et l'influence sur les piézomètres

¹¹ En NGF, l'altitude zéro (NGF 0) de référence est déterminée par le marégraphe de Marseille

environnants peut être considérée comme constante au cours de l'année : le débit d'évacuation des eaux drainées au niveau du bâtiment EEV-SE est en moyenne de 8,7 m³/h sur l'année 2024. Il en résulte que le volume d'eau pompé en 2024 est estimé à 75 794 m³ (donnée Orano Recyclage).

Un second point de drainage à la cote 155,14 m NGF est localisé au niveau du bâtiment EDS, au nord du bâtiment EEV-SE. Compte tenu de la baisse des niveaux de nappe sur ces dernières années, celui-ci n'est actif que par intermittence et influence donc peu les écoulements.

6.2.6 Position de la nappe vis-à-vis des radiers des ouvrages de stockage

Une attention particulière est portée à la surveillance du niveau de la nappe au droit des ouvrages dont la base est la plus proche de la surface piézométrique, en amont hydraulique du stockage. Les piézomètres PO151, PO152, PO159, PO162 et PO163 situés au plus près de ces ouvrages sont équipés de sondes « d'attention » se déclenchant dès l'atteinte du seuil défini pour chacun d'eux¹².

La Figure 6-8 montre que les niveaux des eaux souterraines (relevés des tournées piézométriques mensuelles) n'ont pas atteint les radiers des ouvrages les plus bas. Le domaine de fonctionnement autorisé tel que défini dans les RGE (14) (distance 'toit de la nappe – ouvrages' inférieure à 0,5 mètres à la base des ouvrages) est respecté pour la période des hautes eaux 2024.

¹² Le niveau d'attention est calé sur la cote piézométrique correspondant à un niveau inférieur de l'ordre de 50 cm à 80 cm (selon la sonde) à la cote des drains collatéraux de la galerie du RSGE au droit de ces piézomètres, ce qui correspond encore à un écart « niveau d'attention/ouvrages de stockage » d'environ 2 m

Bilan annuel CSM

Position des sondes d'attention

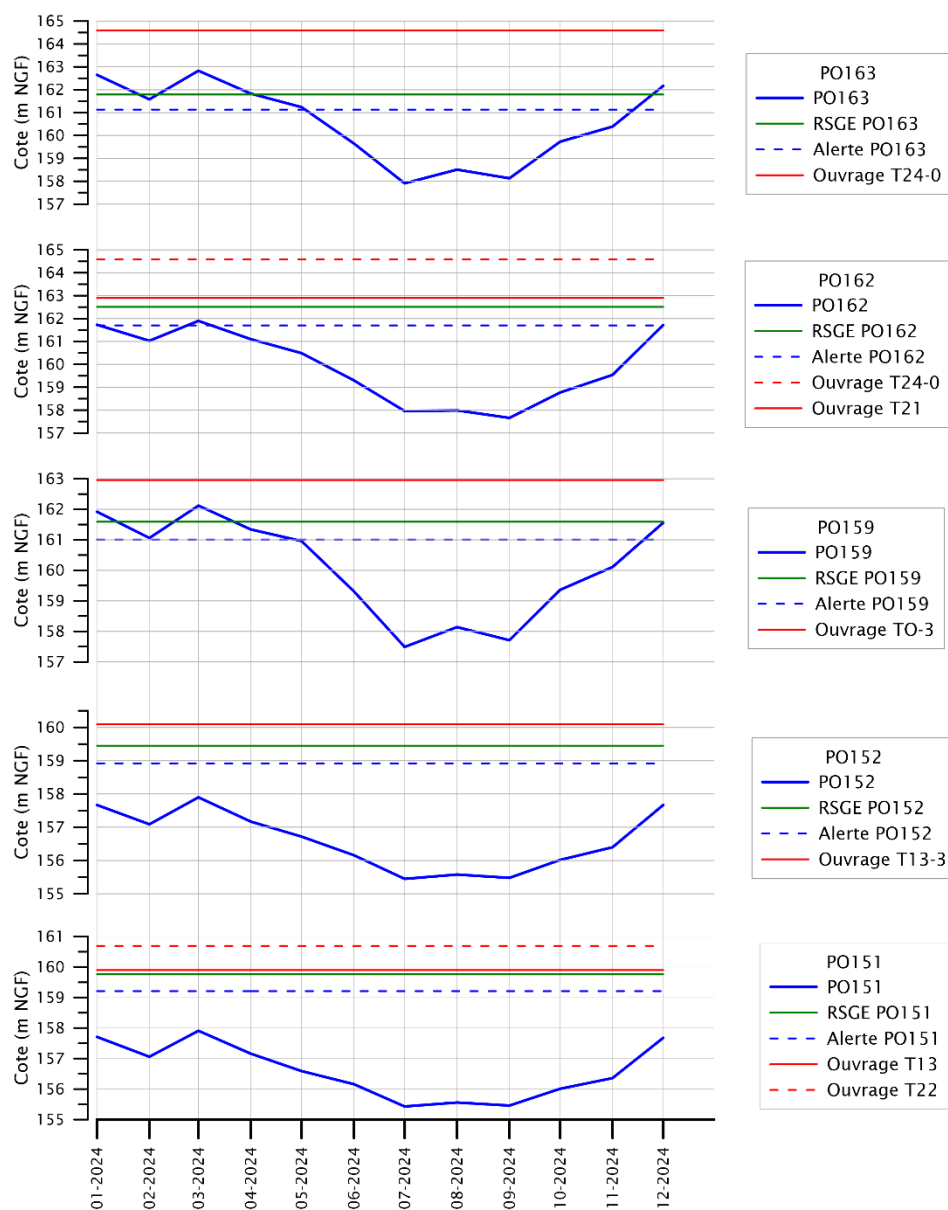


Figure 6-8

Évolution de la nappe au droit des sondes d'attention

Le Tableau 6-4 synthétise les périodes de déclenchement des sondes d'attention. En fin d'année 2023 et début d'année 2024 (période de hautes eaux) puis de nouveau en fin d'année 2024, trois sondes ont été immergées sans toutefois atteindre les seuils d'alertes (1 mètre sous la base des ouvrages).

Tableau 6-4 *Suivi des déclenchements des sondes d'attention dans les piézomètres de suivi des eaux souterraines du CSM*

Sondes	Date de début immersion	Date de fin d'immersion	Commentaires
PO159	02/11/2023	17/04/2024	Le piézomètre PO159 est situé à proximité de l'ouvrage TO3
	28/11/2024	30/11/2024	
	05/12/2024	27/12/2024	
PO162	29/02/2024	10/03/2024	Le piézomètre PO162 est situé à proximité de l'ouvrage T24-0
PO163	01/11/2023	23/04/2024	Le piézomètre PO163 est situé à proximité de l'ouvrage T24-0
	02/05/2024	10/05/2024	
	28/11/2024	En cours	

6.3 **Suivi de la qualité des eaux souterraines**

6.3.1 **Résultats des analyses radiologiques courantes**

Les résultats des mesures d'analyses radiologiques courantes sont donnés dans le Tableau 6-5.

Tableau 6-5

Résultats du suivi radiologique des piézomètres sur et autour du CSM

Piézomètre	Moy alpha Bq/L	Min alpha Bq/L	Max alpha Bq/L	Moy bêta Bq/L	Min bêta Bq/L	Max bêta Bq/L	Moy tritium Bq/L	Min tritium Bq/L	Max tritium Bq/L
PO001	0,10	0,07	0,13	0,17	0,09	0,24	4,5	2,4	7,6
PO031	0,04	0,03	0,05	0,15	0,13	0,17	2,2	2,2	2,2
PO113	0,02	0,01	0,03	0,13	0,10	0,16	52	22	123
PO114	0,18	0,10	0,54	0,32	0,21	0,85	205	119	274
PO115	0,02	0,01	0,03	0,13	0,10	0,16	26	22	41
PO116	0,02	0,01	0,03	0,07	0,04	0,10	3,3	2,3	5,7
PO117	0,02	0,01	0,03	0,18	0,14	0,21	1072	680	1290
PO120	0,28	0,17	0,39	0,42	0,31	0,62	7938	860	12900
PO131	0,09	0,06	0,11	0,27	0,25	0,28	13900	11700	15100
PO132	0,07	0,06	0,09	0,22	0,17	0,27	1280	1030	1460
PO133	0,04	0,03	0,04	0,12	0,09	0,15	210	106	336
PO134	0,02	0,01	0,03	0,11	0,09	0,13	233	86	1190
PO135	0,02	0,01	0,03	0,08	0,06	0,11	138	91	200
PO136	0,03	0,02	0,04	0,26	0,19	0,33	3037	155	4700
PO137	0,01	0,01	0,02	0,16	0,14	0,19	2946	2560	3420
PO138	0,02	0,01	0,03	0,15	0,12	0,19	176	120	260
PO139	0,08	0,05	0,15	0,27	0,21	0,35	373	17	760
PO140	0,03	0,02	0,05	0,39	0,29	0,49	860	297	1700
PO142	0,04	0,02	0,06	0,19	0,14	0,22	36	27	55
PO143	0,09	0,07	0,14	0,17	0,14	0,22	544	40	1450
PO150	0,13	0,08	0,21	0,25	0,19	0,49	17	6,0	20
PO151	0,03	0,02	0,04	0,08	0,06	0,09	4,2	2,4	6,2
PO152	0,02	0,01	0,02	0,07	0,04	0,11	27	11	32
PO153	0,03	0,02	0,04	0,14	0,12	0,17	848	600	1380
PO154	0,23	0,14	0,46	0,43	0,29	0,74	4,8	2,5	7,5
PO155	0,04	0,04	0,05	0,09	0,07	0,11	6	4,2	12
PO156	0,09	0,05	0,18	0,16	0,13	0,27	71	31	114
PO157	0,06	0,03	0,10	0,13	0,10	0,17	25	9	40
PO158	0,03	0,01	0,09	0,08	0,05	0,11	3,6	2,2	6
PO159	0,02	0,01	0,02	0,06	0,04	0,09	3,3	2,3	4,7
PO160	0,17	0,14	0,20	0,15	0,15	0,16	2,3	2,2	2,3
PO161	0,24	0,13	0,35	0,17	0,12	0,22	2,5	2,2	2,7
PO162	0,02	0,01	0,04	0,09	0,07	0,10	2,8	2,5	3,0
PO165	0,05	0,02	0,08	0,13	0,09	0,16	4,7	2,8	7,6
PO166	0,03	0,01	0,04	0,11	0,08	0,18	17	6	31
PO167	0,02	0,01	0,04	0,11	0,08	0,15	44	41	48
PO168	0,03	0,02	0,05	0,24	0,14	0,30	16	9	19
PO170	0,23	0,19	0,26	0,30	0,23	0,37	2,6	2,4	2,8
PO171	0,09	0,04	0,19	0,18	0,11	0,29	15	7	24
PO172	0,03	0,02	0,05	0,10	0,07	0,14	80	46	137
PO173	0,04	0,03	0,05	0,13	0,09	0,16	2,3	2,0	2,8
PO174	0,19	0,12	0,31	0,38	0,27	0,62	5,4	2,7	8
PO175	0,09	0,07	0,11	0,17	0,12	0,21	2,5	2,2	2,8
PO176	0,04	0,02	0,06	0,12	0,12	0,12	2,2	2,1	2,2
PO177	0,04	0,04	0,05	0,12	0,11	0,13	2,3	2,1	2,5
PO178	0,07	0,07	0,07	0,14	0,10	0,19	4,2	2,6	5,8
PO179	0,09	0,08	0,10	0,18	0,16	0,19	2,2	2,2	2,2
PO180	0,08	0,04	0,15	0,21	0,12	0,30	1676	830	2400
PZ320	0,04	0,03	0,07	0,12	0,07	0,26	14	7	19
PZ321	0,05	0,03	0,09	0,14	0,07	0,34	178	130	260
PZ322	0,06	0,03	0,09	0,12	0,07	0,17	141	11,0	720
PZ324	0,04	0,03	0,06	0,10	0,07	0,17	17	11	21
PZ326	0,06	0,04	0,09	0,12	0,07	0,17	131	67	210
PZ340	0,12	0,05	0,25	0,10	0,07	0,23	58	38	98
PZ371	0,28	0,13	0,50	0,25	0,09	0,37	312	270	380
PZ379	0,04	0,03	0,09	0,12	0,07	0,23	64	52	70
PZ700	0,04	0,03	0,06	0,11	0,07	0,19	165	130	240
PZ705	0,06	0,03	0,11	0,14	0,07	0,20	6,7	4,2	12
PZ711	0,26	0,11	0,71	0,30	0,13	0,67	10,8	4,7	18
PZ712	0,08	0,03	0,24	0,12	0,07	0,19	7,8	4,6	16
PZ715	0,04	0,03	0,08	0,12	0,07	0,24	64	18	140

6.3.1.1 Indice alpha global

L'indice alpha global mesuré dans les 48 piézomètres suivis par l'Andra varie du SD à 0,28 Bq/L. Onze des piézomètres présentent des valeurs supérieures à la référence de qualité de 0,1 Bq/L définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (23). Cette année, le PO120, le PO154, le PO160, le PO161, le PO170 et le PO174 présentent des valeurs systématiquement supérieures à la référence qualité. Toutefois, des analyses complémentaires ont été régulièrement effectuées pour contrôler l'origine de la présence d'émetteurs alpha dans ces eaux et il a été démontré que ces valeurs sont dues à des RN naturels issus de la chaîne de désintégration de l'²³⁸U (cf. 6.3.6). En effet, la radioactivité naturelle dans les eaux souterraines est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elles traversent. Il est à noter qu'aucun RN artificiel n'a été détecté lors de ces analyses complémentaires.

6.3.1.2 Indice bêta global

L'indice bêta global mesuré dans les 48 piézomètres suivis par l'Andra varie du SD à 0,43 Bq/L. Les valeurs des indices bêta global sont toutes inférieures à la référence de qualité (1 Bq/L) définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (23). Aucune évolution n'est constatée.

6.3.1.3 Tritium

La gamme des concentrations mesurées dans les 48 piézomètres suivis par l'Andra varie du SD à 15 100 Bq/L mesurés au droit du PO131. Les piézomètres les plus marqués sont situés dans la zone nord en aval hydraulique des écoulements de la nappe. Une présentation plus détaillée des fluctuations par zone géographique est proposée au paragraphe 6.3.5.

6.3.2 Résultats des mesures de stratification

L'ensemble des résultats des campagnes effectuées en 2024, permettant de mettre en évidence la variabilité de la concentration en tritium le long de la colonne d'eau, sont données dans le Tableau 10-49.

Les hauteurs de prélèvements sont définies dans le § 10.5 ; elles sont données pour chaque piézomètre dans le Tableau 6-6.

Tableau 6-6 Hauteur des prélèvements pour la mesure tritium dans la colonne d'eau

	PO113	PO120	PO132	PO133	PO136	PO142	PO143	PO156
Hauteur P1 (m)	19	19	24	24	25	27	25	16
Hauteur P2 (m)	35	32	36	36	40	35	36	25
Hauteur P3 (m)	46	42	46	46	46	46	46	32

La concentration volumique moyenne de tritium des 4 campagnes aux trois niveaux de prélèvements en comparaison aux résultats habituels de la surveillance est donnée dans le Tableau 6-7.

Il existe une variabilité plus ou moins forte de la concentration tritium le long de la colonne d'eau. Les concentrations et la stratification varient au cours de l'année.

Tableau 6-7 Comparaison des résultats des concentrations moyennes en tritium le long de la colonne d'eau aux résultats de la surveillance habituelle

Point de prélèvement	Résultat tritium 2024 de la surveillance (Bq/L)			Concentration moyenne annuelle des 4 campagnes de stratification 2024 (Bq/L)			rapport des concentrations moyennes annuelles des mesures de stratification/ le résultat moyen à la hauteur de la surveillance		
	Moyenne	Min	Max	en P1	en P2	en P3	P1/ surveillance	P2/ surveillance	P3/ surveillance
PO113	52	22	123	30	46	2219	0,6	0,9	43
PO120	7938	860	12900	7423	9390	11371	0,9	1,2	1,4
PO132	1280	1030	1460	1089	1716	3921	0,9	1,3	3,1
PO133	210	106	336	149	116	271	0,7	0,6	1,3
PO136	3037	155	4700	2030	1926	1070	0,7	0,6	0,4
PO142	36	27	55	26	30	21	0,7	0,8	0,6
PO143	544	40	1450	552	488	849	1,0	0,9	1,6
PO156	71	31	114	44	57	134	0,6	0,8	1,9

Les constats faits sur la campagne de 2024 sont similaires à ceux de la dernière campagne réalisée en 2019 (15) en ce qui concerne la troisième profondeur avec toutefois des rapports de concentration en diminution. Pour ce qui est de la deuxième profondeur, aucune concentration plus élevée n'est mise en évidence en dehors du PO132. En effet, la concentration moyenne de tritium, dans PO132, au niveau de P2, sort de la gamme des mesures de concentration au niveau de la surveillance (cf. Tableau 6-7).

Le PO113 est le piézomètre présentant des concentrations en tritium nettement plus élevées entre le niveau de la surveillance et la profondeur P3 (43 fois plus concentré à la profondeur de 46 m). En 2024, la concentration moyenne de tritium en P2 est équivalente à celle de la surveillance, la stratification constatée les années précédentes n'est plus mise en évidence à cette profondeur (35 m). Aux trois profondeurs suivies, la concentration moyenne annuelle en tritium est en forte diminution (cf. Figure 6-9) et décroît plus vite que la décroissance naturelle du tritium.

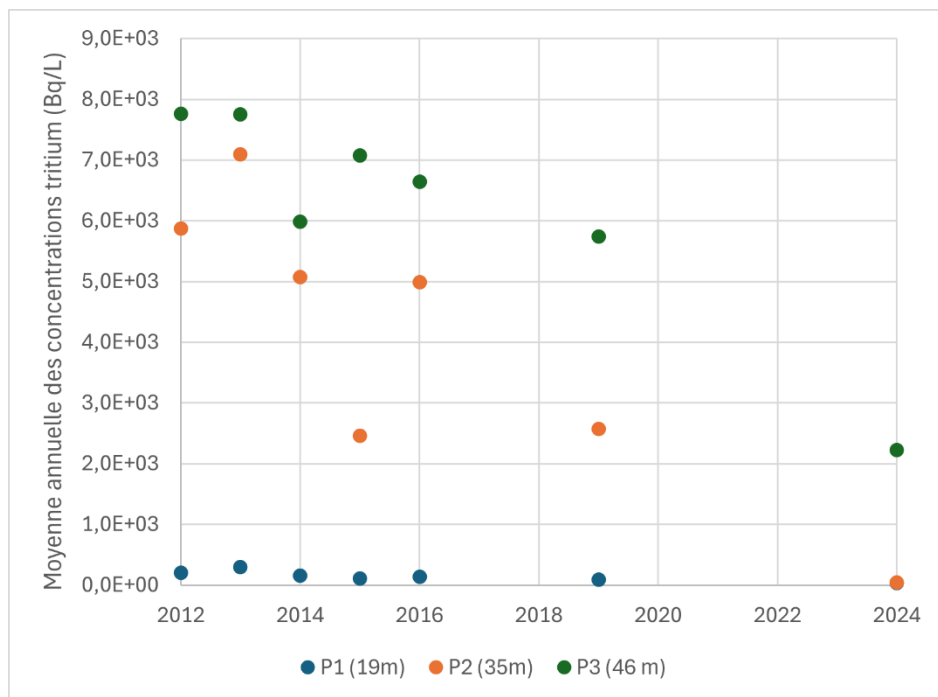


Figure 6-9 Evolution de la concentration moyenne annuelle en tritium le long de la colonne d'eau en PO113 depuis 2012

Le PO132 et le PO156 présentent des concentrations en tritium plus élevées en profondeur (2 à 3 fois plus concentré), les valeurs mesurées s'écartent de la gamme des concentrations mesurées à la hauteur de la surveillance.

Concernant PO120, PO133 et PO143, le facteur de concentration entre le niveau de la surveillance et les zones plus profondes est inférieur à 2. De plus, les concentrations les plus élevées mesurées en P3 sont du même ordre de grandeur que les concentrations maximales mesurées au niveau de la surveillance (cf. Tableau 6-7).

Enfin, le PO136 et le PO142 présentent une inversion de la concentration volumique en tritium (concentrations moins élevées au niveau de la profondeur P3). C'était déjà le cas pour le PO136 en 2019 (15) mais ce constat est nouveau pour le PO142.

La campagne de 2024 permet de conclure à la forte réduction du facteur de concentration le long de la colonne quel que soit le piézomètre suivi. Les concentrations volumiques en tritium ont toutes fortement diminué en P2 et P3. En dehors du PO132, les concentrations volumiques en tritium mesurées en P2 sont du même niveau que celles de la surveillance, la variabilité de concentration n'est plus observée à ce niveau de profondeur. Les variations verticales de concentration sont à mettre en lien avec les différences de perméabilité au sein de l'aquifère.

6.3.3 Résultats des analyses à bas seuil

Les analyses radiologiques en spectrométrie gamma et scintillation liquide à bas seuil (cf. Tableau 10-47 et Tableau 10-47) réalisées sur les 12 piézomètres (cf. Tableau 6-1) montrent une bonne stabilité.

Des RN d'origines naturelles sont détectés : ^{210}Pb et ^{228}Ac (issus des chaînes de désintégration naturelles de ^{238}U et ^{232}Th) qui sont en lien avec les résultats significatifs des indices alpha et bêta mesurés dans ces eaux. Du ^{40}K , élément naturel, est mesuré à des concentrations régulièrement constatées dans l'environnement.

Dans les piézomètres situés au sud du site, les concentrations en tritium sont très inférieures à 10 Bq/L. Dans les piézomètres situés au nord du site, la présence du tritium est détectée à des ordres de grandeur identiques aux résultats obtenus habituellement (entre 10 et 2 700 Bq/L). Aucun autre radionucléide d'origine artificielle n'a été détecté.

6.3.4 Résultats des analyses physico-chimiques

6.3.4.1 Zone sud-est

La composition chimique des eaux dans les piézomètres situés au sud, sud-est (cf. Tableau 10-50) est stable par rapport à 2023. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 5,0 et 6,0). La présence régulière d'aluminium, de baryum, de fer et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur. Les valeurs élevées de MES habituellement constatées en période de basses eaux dans le PO175 ne sont pas mesurées cette année. Aucune valeur ne dépasse les valeurs seuils ni les normes de qualité de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25).

6.3.4.2 Zone sud-ouest

La composition chimique des eaux dans les piézomètres du secteur sud-ouest (cf. Tableau 10-51) est stable par rapport à 2023. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 5,6 et 6,2). La présence régulière d'aluminium, de baryum et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur. Comme les années précédentes, le PO174 présente des valeurs élevées de MES. Un diagnostic de 20 piézomètres à l'intérieur du CSM a été réalisé en 2023 (26) et ne met pas en évidence de dégradation spécifique du PO174 ; l'origine de cette variabilité de MES n'est pas connue à ce jour. Aucune valeur ne dépasse les valeurs seuils ni les normes de qualité de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25).

Le point EVT-7, situé au sud-ouest du Centre, correspond au point de pompage situé en dessous du bâtiment d'entreposage EEV-SE. Le cône de rabattement lié à ce drainage influence des lignes de courant passant par les piézomètres PO172 et PO174. La qualité des eaux au point de contrôle EEV-SE est cohérente avec celle mesurée dans l'eau des piézomètres PO172 et PO174 (cf. Tableau 10-51). Il est à noter des valeurs un peu plus élevées en zinc mais toutefois très inférieures à la valeur seuil de 5 mg/L de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25).

6.3.4.3 Zone nord-est

La composition chimique des eaux dans les piézomètres du secteur nord-est (cf. Tableau 10-52) est stable par rapport à 2023. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 4,9 et 6,5) sauf pour le PZ700 dont les eaux sont proches de la neutralité (6,6 et 7,0). Ce piézomètre, situé hors du site (cf. Figure 6-1), présente également des concentrations en fer et en manganèse élevées qui dépassent les valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25). De telles concentrations sont régulièrement mesurées dans ce piézomètre. La composition chimique de l'eau de nappe située au niveau de ce piézomètre est différente de celle présente sous le site.

La présence régulière d'aluminium, de baryum et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur.

Comme les années précédentes, il est relevé des concentrations plus élevées en baryum et en aluminium dans le PO114 que dans les autres piézomètres du secteur, sans toutefois dépasser les valeurs seuils (700 µg/L pour le baryum et 200 µg/L pour l'aluminium) de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25).

6.3.4.4 Zone nord-ouest

La composition chimique des eaux dans les piézomètres du secteur nord-ouest (cf. Tableau 10-53) est stable par rapport à 2023. Les eaux souterraines des piézomètres internes de ce secteur sont acides (pH compris entre 5,0 et 6,5) sauf pour le PO168 dont les eaux sont proches de la neutralité (6,6 et 7,8). La présence régulière d'aluminium, de fer et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur.

Le PO168, situé hors du site (cf. Figure 6-1), présente, comme les années précédentes, des valeurs élevées en manganèse et en fer. Ce piézomètre a fait l'objet d'un diagnostic en 2021 (27) qui a mis en évidence la présence de dépôts importants d'hydroxydes de fer et de manganèse, cohérente avec les résultats du suivi chimique. Il est toutefois constaté que le tubage n'est pas abîmé. Les concentrations de ces deux éléments chimiques dépassent les valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25).

Du mercure à une concentration dépassant les 1 µg/L a été mesuré cette année dans le PO136 et le PO180, de telles valeurs ont déjà été régulièrement mesurées dans les eaux souterraines en amont et en aval du CSM qui démontrent l'origine externe de cette pollution. Des concentrations élevées en aluminium sont également mesurées dans le PO136 dépassant les valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25), en lien avec le fond géochimique.

6.3.5 Suivi de l'évolution de la concentration en tritium

6.3.5.1 Suivi de l'indicateur global du tritium au droit du Centre

Pour rappel, la moyenne annuelle de la concentration tritium a été calculée à partir des moyennes annuelles individuelles des piézomètres suivants : PO001, PO113, PO114, PO117, PO120, PO131, PO133, PO134, PO135, PO136, PO137, PO138, PO139, PO140, PO143, PO150, PO151, PO152, PO153, PO154, PO155, PO156, PO157, PO158, PO159, PO160, PO161, PO162, PO170, PO171, PO172, PO173, PO174, PO175, PO176, PO177, PO178, PO179, PO180, PZ322, PZ324, PZ326 et PZ712. La Figure 6-10 présente l'évolution de la moyenne des activités volumiques annuelles moyennes de ces piézomètres depuis ces dix dernières années. Pour information, la Figure 10-1 donnée en annexe montre l'évolution de l'indicateur tritium depuis 1996.

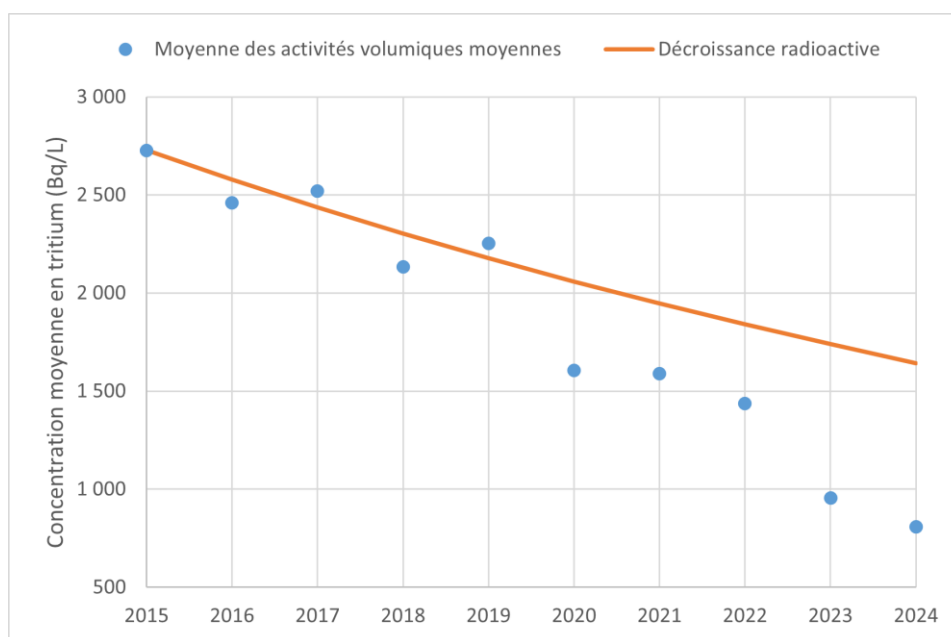


Figure 6-10 Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 2015

Entre 2015 et 2019, puis de 2020 à 2022 et de 2023 à 2024, l'indicateur de l'évolution globale du tritium suit globalement la décroissance radioactive du tritium avec toutefois quelques variations (cf. Figure 6-10). En 2020 et 2023, l'indicateur a baissé plus rapidement que la décroissance radioactive attendue. La moyenne des moyennes individuelles des 44 piézomètres cités ci-avant est de 809 Bq/L en 2024.

6.3.5.2 Evolution de la concentration tritium des piézomètres du secteur sud-est (zone 1)

Cette zone est située au sud-sud-est du Centre, en amont hydraulique du CSM.

Les principaux piézomètres de la zone 1 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la Figure 6-11.

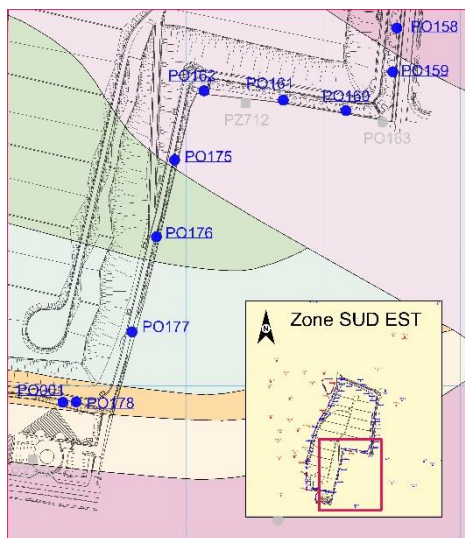


Figure 6-11 Piézomètres de la zone 1

Le niveau radiologique en tritium de cette zone est très faible (zone amont). Les concentrations en tritium varient du SD à 7,6 Bq/L. La moyenne globale des mesures 2024 dans cette zone est $\leq 3,0$ Bq/L.

6.3.5.3 Evolution de la concentration tritium des piézomètres du secteur sud-ouest (zone 2)

Cette zone est située au sud-ouest du Centre et est principalement caractérisée par le rabattement de nappe généré par le drainage du bâtiment EEV-SE situé sur le site d'Orano Recyclage. Le pompage est continu constituant ainsi un régime permanent stable.

Les principaux piézomètres de la zone 2 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la Figure 6-12.

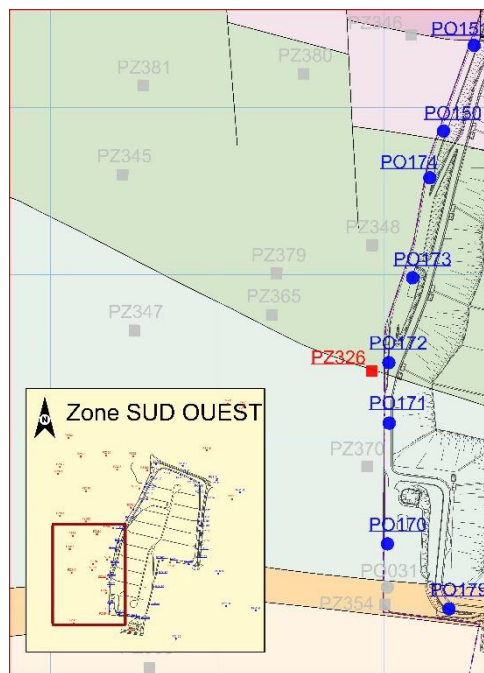


Figure 6-12

Piézomètres de la zone 2

6.3.5.3.1 Suivi de l'indicateur tritium de la zone 2

L'indicateur, correspondant à la moyenne des résultats tritium des piézomètres de la zone 2 définie dans le Tableau 6-3, est en diminution en 2024 par rapport à 2023, respectivement 29 et 37 Bq/L.

L'évolution sur les dix dernières années de la moyenne des concentrations volumiques du tritium de la zone 2 (sud-ouest du Centre) est présentée en Figure 6-13 et montre une tendance globale à la baisse avec ponctuellement quelques fluctuations à la hausse.

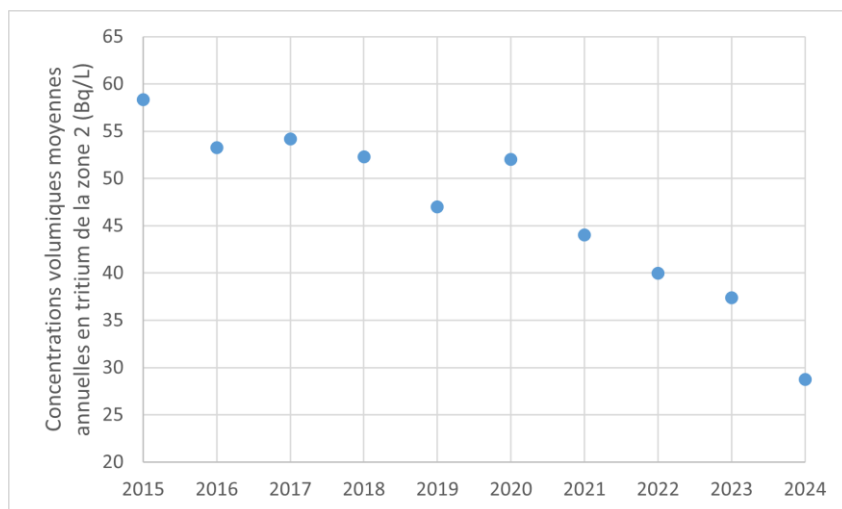


Figure 6-13

Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 2

La moyenne de chaque piézomètre, ainsi que l'évolution de la tendance par piézomètre entre 2023 et 2024, sont données dans le Tableau 6-8.

Tableau 6-8 Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2

Piézo­mètre	Moyenne tritium (Bq/L)	Tendance 2023-2024	Commen­taire
PO150	17	30%	<p>Les piézomètres en augmentation entre 2023 et 2024 sont ceux ayant des concentrations moyennes relativement faibles (soit une évolution de moins de 4 Bq/L).</p> <p>Il est à noter que l'évolution de cette zone est essentiellement due à l'évolution des piézomètres, PO172 et PZ326, tous deux en diminution.</p> <p>Le PO171 est quant à lui en assez forte diminution cette année et n'influence plus l'indicateur global.</p>
PO151	4,2	40%	
PO170	2,6	24%	
PO171	15	-62%	
PO172	80	-18%	
PO173	2,3	13%	
PO174	5,4	-19%	
PO179	2,2	16%	
PZ326	131	-24%	

6.3.5.3.2 Evolution individuelle de la concentration tritium

La Figure 6-14 présente l'évolution individuelle, sur les dix dernières années, de la concentration volumique du tritium dans les 2 piézomètres ayant les activités tritium les plus élevées de ce secteur ainsi que dans l'eau pompée au niveau d'EVT-7 (bâtiment EEVSE).

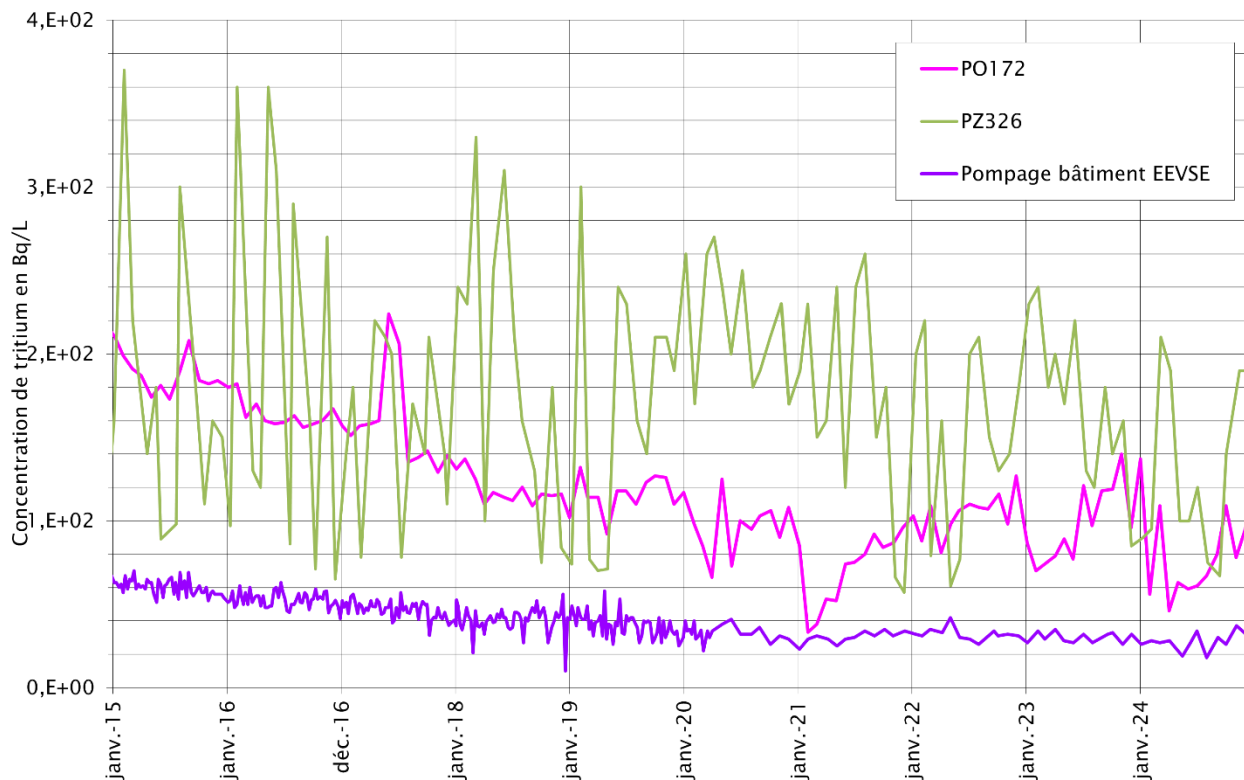


Figure 6-14 *Évolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres influençant la zone sud-ouest (zone 2) depuis 2015*

On constate pour l'évolution des concentrations volumiques en tritium dans la zone sud-ouest :

- une diminution lente de l'activité en tritium dans le PO172, qui oscille autour de 80 Bq/L en 2024 ;
- des variations plus accentuées de la concentration en tritium au PZ326 mais conduisant toutefois à une relative stabilisation autour de 130 Bq/L en 2024 ;
- la valeur moyenne annuelle mesurée dans EVT-7 (28 Bq/L, cf. Tableau 10-54) est cohérente avec l'indicateur tritium de la zone 2 (29 Bq/L).

Les disparités de comportement dans ces piézomètres sont liées à des effets de circulation dans les fractures et à des variations de géologie, s'inscrivant pour autant dans un comportement global à la baisse.

6.3.5.4 **Evolution de la concentration tritium des piézomètres du secteur nord-est (zone 3)**

Cette zone est située au nord-est du Centre. Les piézomètres qui la composent permettent de surveiller les eaux souterraines dont l'exutoire est majoritairement le ruisseau du Grand-Bel et, dans une moindre contribution, la partie aval du ruisseau des Roteures.

Les principaux piézomètres de la zone 3 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la Figure 6-15.

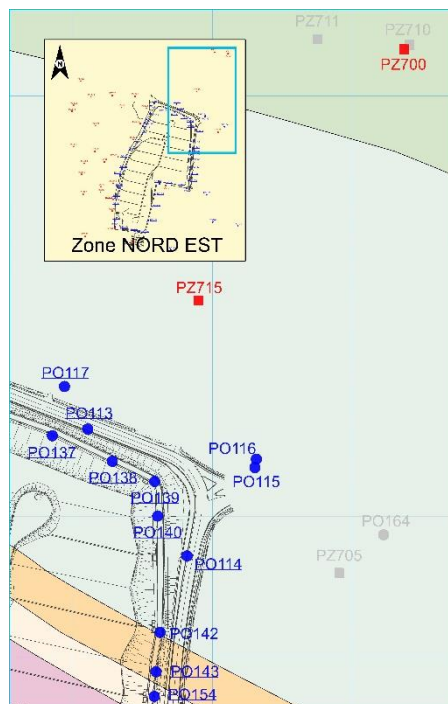


Figure 6-15 Piézomètres de la zone 3

6.3.5.4.1 Suivi de l'indicateur tritium de la zone 3

L'indicateur, correspondant à la moyenne des résultats tritium des piézomètres de la zone 3 définie dans le Tableau 6-3, est en diminution par rapport à 2023, respectivement 613 Bq/L et 525 Bq/L en 2024.

L'évolution pluriannuelle de la moyenne des concentrations volumiques du tritium de la zone 3 au nord-est du Centre est présentée dans la Figure 6-16 et montre une tendance globale pluriannuelle à la baisse, des remontées ponctuelles sont toutefois constatées.

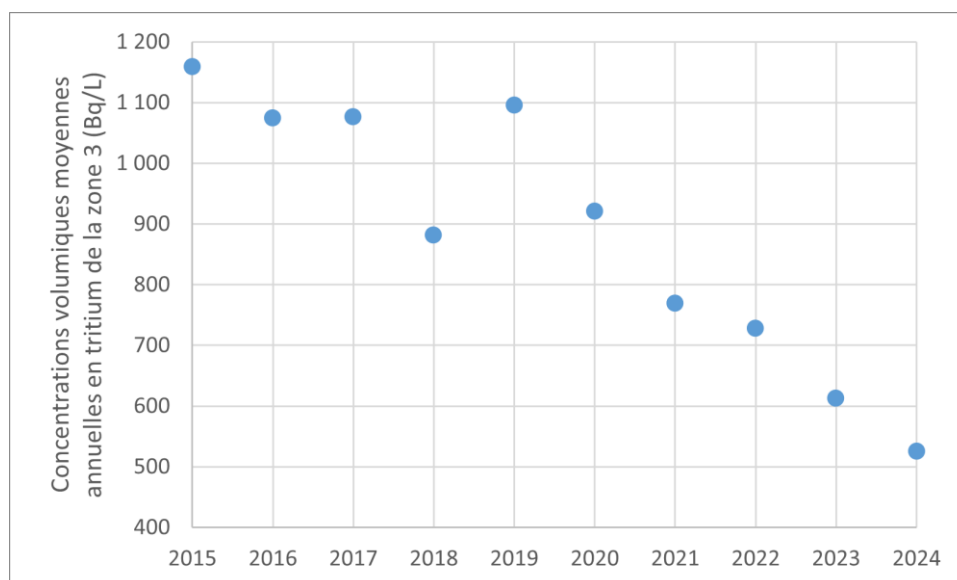


Figure 6-16 Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 3

La moyenne de chaque piézomètre, ainsi que l'évolution de la tendance par piézomètre entre 2023 et 2024, sont données dans le Tableau 6-9.

Tableau 6-9 Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3

Piézo­mètre	Moyenne tritium (Bq/L)	Tendance 2023-2024	Commen­taire
PO113	52	-4%	<p>La concentration volumique en tritium des piézomètres de la zone 3 est en majorité en diminution par rapport à 2023.</p> <p>Les piézomètres présentant une activité volumique moyenne < 10 Bq/L sont ceux situés le plus à l'est (PO115, PO116) et le plus au sud (PO154) de la zone 3.</p> <p>Les deux piézomètres dont l'activité volumique est la plus forte sont ceux situés à l'ouest de cette zone (PO117 et PO137) qui participe à l'alimentation du Grand-Bel en période de basses eaux (cf Figure 6-6).</p> <p>L'augmentation de la concentration moyenne annuelle la plus importante concerne le piézomètre PO117.</p>
PO114	205	-10%	
PO115	26	-20%	
PO116	3,3	17%	
PO117	1072	68%	
PO137	2946	-15%	
PO138	176	-63%	
PO139	373	-13%	
PO140	860	-41%	
PO142	36	-74%	
PO143	544	29%	
PO154	4,8	49%	

6.3.5.4.2 Evolution individuelle de la concentration tritium

Pour plus de lisibilité, les évolutions de concentrations de tritium des piézomètres les plus pertinents sont présentées sur trois figures :

- les piézomètres situés le long du Centre côté est (Figure 6-17) ;
- les piézomètres situés au nord, nord-est et se dirigeant vers le bassin versant du ruisseau du Grand-Bel en période de basses eaux (Figure 6-18) ;
- les piézomètres situés à l'extérieur du site dans les lignes d'écoulement vers le Grand-Bel ainsi que les variations de concentrations du tritium dans le Grand-Bel (Figure 6-19)

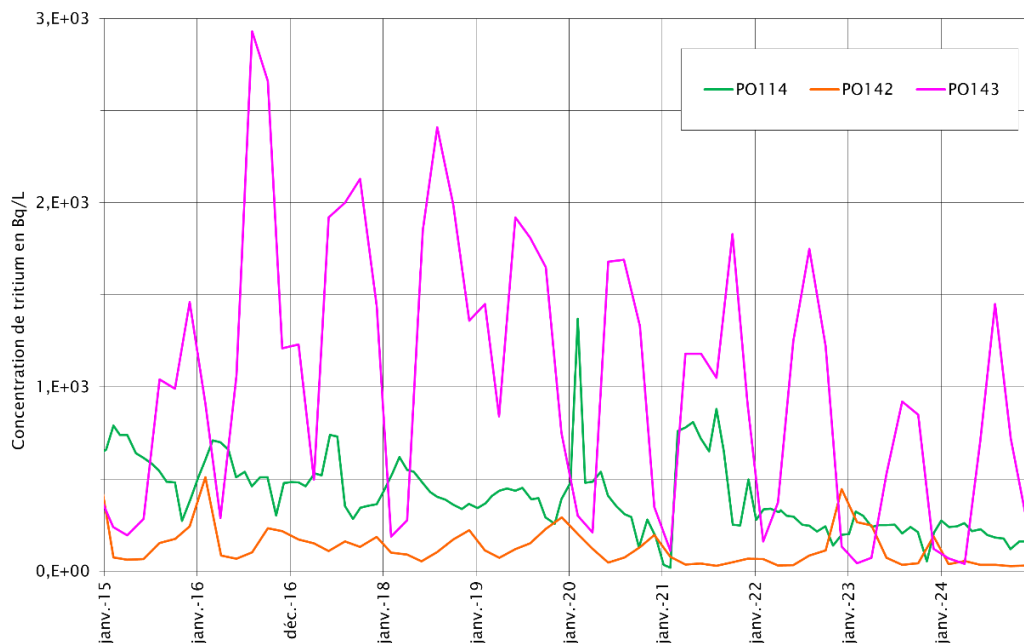


Figure 6-17 Evolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres à l'est de la zone 3 depuis 2015

Les piézomètres de la zone est, située le long du site dans la zone 3, présentent des variations saisonnières importantes mais néanmoins inscrites sur une échelle pluriannuelle dans une tendance globale à la baisse comme le montre la Figure 6-17. Le piézomètre qui contient le plus de tritium est le PO143 dont la concentration est en diminution relative depuis 2016.

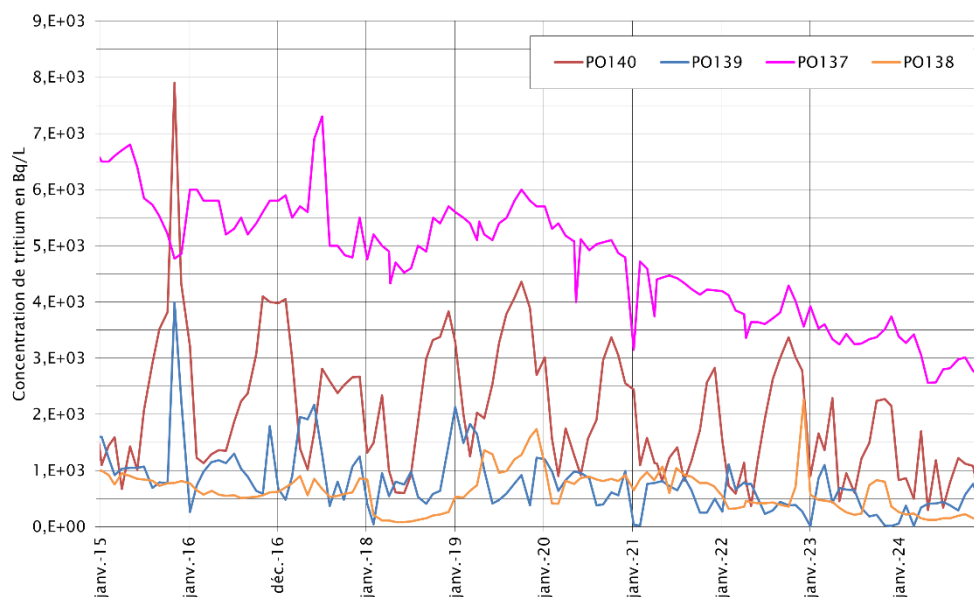


Figure 6-18 Evolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres au nord de la zone 3 depuis 2015

Les évolutions de la concentration dans les piézomètres situés au nord-est du Centre sont très variables ; toutefois, la tendance globale est à la baisse (cf. Figure 6-16). De façon individuelle :

- le PO137 est le piézomètre dont la concentration en tritium est la plus forte ; il est à noter que la concentration suit une tendance régulière à la baisse et ne présente pas de dispersion saisonnière ;
- le PO140 présente des fluctuations saisonnières avec une tendance pluriannuelle à la diminution de la concentration volumique en tritium ;
- le PO139 et le PO138 présentent des fluctuations importantes non liées aux saisons, toutefois, ils continuent leur tendance globale à la baisse.

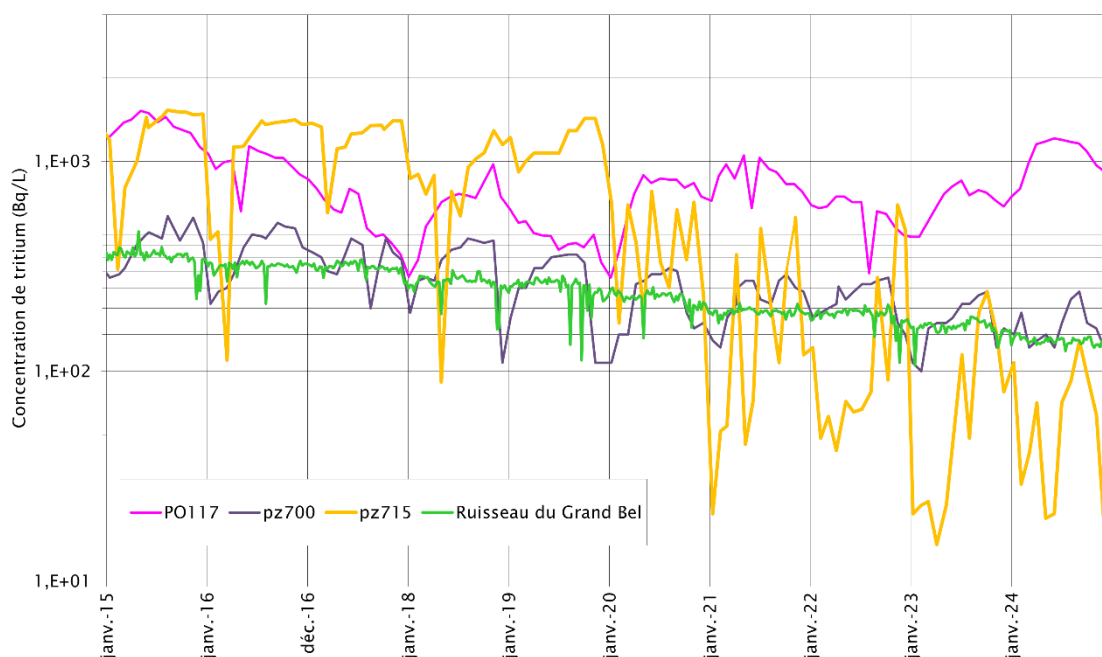


Figure 6-19 Evolution de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres extérieurs situés au nord-est du site en comparaison avec les valeurs mesurées dans le ruisseau du Grand-Bel depuis 2015

En ce qui concerne les piézomètres extérieurs :

- le PZ715 (anciennement PZ702) fluctue fortement (deux ordres de grandeurs) mais présente une tendance globale à la baisse ;
- le PZ700, qui est le plus éloigné du Centre, présente un comportement similaire aux eaux du Grand-Bel tant d'un point de vue du niveau que de l'évolution de la concentration en tritium ;
- le PO117, dans lequel la concentration en tritium était inférieure à 1000 Bq/L depuis 2017, présente une augmentation en 2024 avec des valeurs comprises entre 700 et 1300 Bq/L.

6.3.5.5 Evolution de la concentration tritium des piézomètres du secteur nord-ouest (zone 4)

Cette zone est située au nord-ouest du Centre. Les piézomètres qui la composent permettent de surveiller les eaux souterraines dont l'exutoire est le ruisseau de la Sainte-Hélène.

Les principaux piézomètres de la zone 4 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la Figure 6-20.

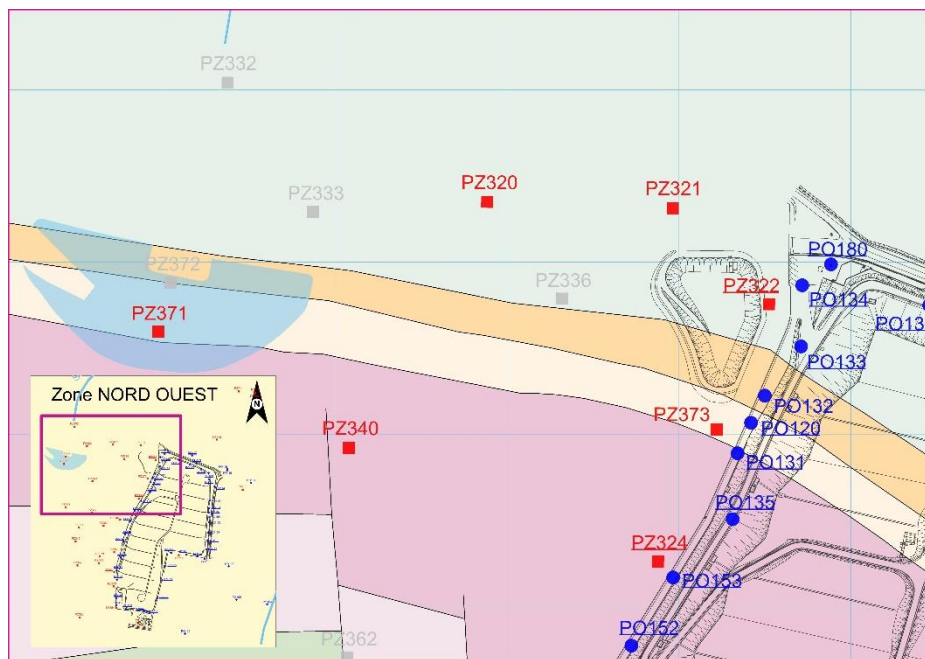


Figure 6-20 Piézomètres de la zone 4

6.3.5.5.1 Suivi de l'indicateur tritium de la zone 4

L'indicateur, correspondant à la moyenne des résultats tritium des piézomètres de la zone 4 définie dans le Tableau 6-3, est en diminution par rapport à 2023, respectivement 2 492 et 2 117 Bq/L en 2024.

L'évolution pluriannuelle des moyennes des concentrations volumiques du tritium de la zone 4 au nord-ouest du Centre est présentée dans la Figure 6-21. On note une tendance globale à la baisse de l'activité tritium non linéaire avec des remontées/paliers ponctuels.

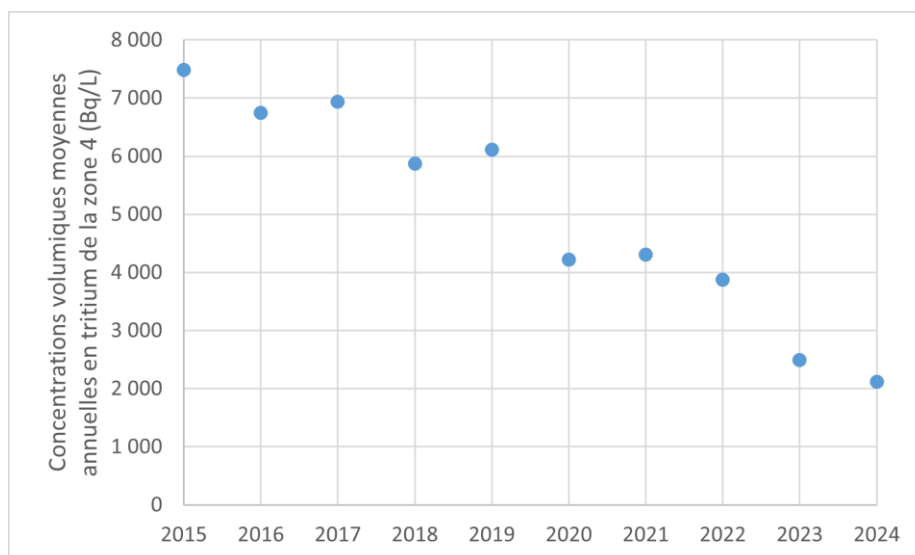


Figure 6-21 Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 4

L'indicateur d'activité tritium usuellement utilisé par l'Andra reste très influencé par les résultats des mesures effectuées dans le piézomètre PO131, qui s'inscrivent dans une tendance pluriannuelle à la baisse (cf. Figure 6-23). Pour autant, les activités

tritium mesurées sur les autres piézomètres de la zone, en particulier les PO120, PO132 et PO133, montrent depuis plusieurs années une légère tendance globale à la hausse.

La moyenne de chaque piézomètre ainsi que l'évolution de la tendance par piézomètre entre 2023 et 2024 sont données dans le Tableau 6-10.

Tableau 6-10 Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4

Piézo­mètre	Moyenne tritium (Bq/L)	Tendance 2023-2024	Commen­taire
PO120	7938	-22%	<p>La concentration volumique en tritium des piézomètres de la zone 4 est en majorité en diminution par rapport à 2023.</p> <p>Les piézomètres les plus au nord présentent une augmentation de la concentration volumique moyenne en tritium (PO134, PO180, PZ322 et PZ321)</p>
PO131	13900	-17%	
PO132	1280	-11%	
PO133	210	-69%	
PO134	233	40%	
PO135	138	-1%	
PO136	3037	6%	
PO152	27	6%	
PO153	848	-39%	
PO180	1676	66%	
PZ320	14	-2%	
PZ321	178	18%	
PZ322	141	472%	
PZ324	17	-13%	

6.3.5.5.2 Evolution individuelle de la concentration tritium

La Figure 6-22, la Figure 6-23 et la Figure 6-24 présentent l'évolution individuelle, sur les dix dernières années, de la concentration volumique du tritium des piézomètres du secteur de la zone 4.

En effet, pour plus de lisibilité, les évolutions de concentrations de tritium sont présentées en trois parties :

- les piézomètres situés au sud-ouest le long du Centre côté ouest ;
- les piézomètres situés au nord-ouest de la zone ;
- les piézomètres situés plein nord et se dirigeant dans le bassin versant du ruisseau de la Sainte-Hélène.

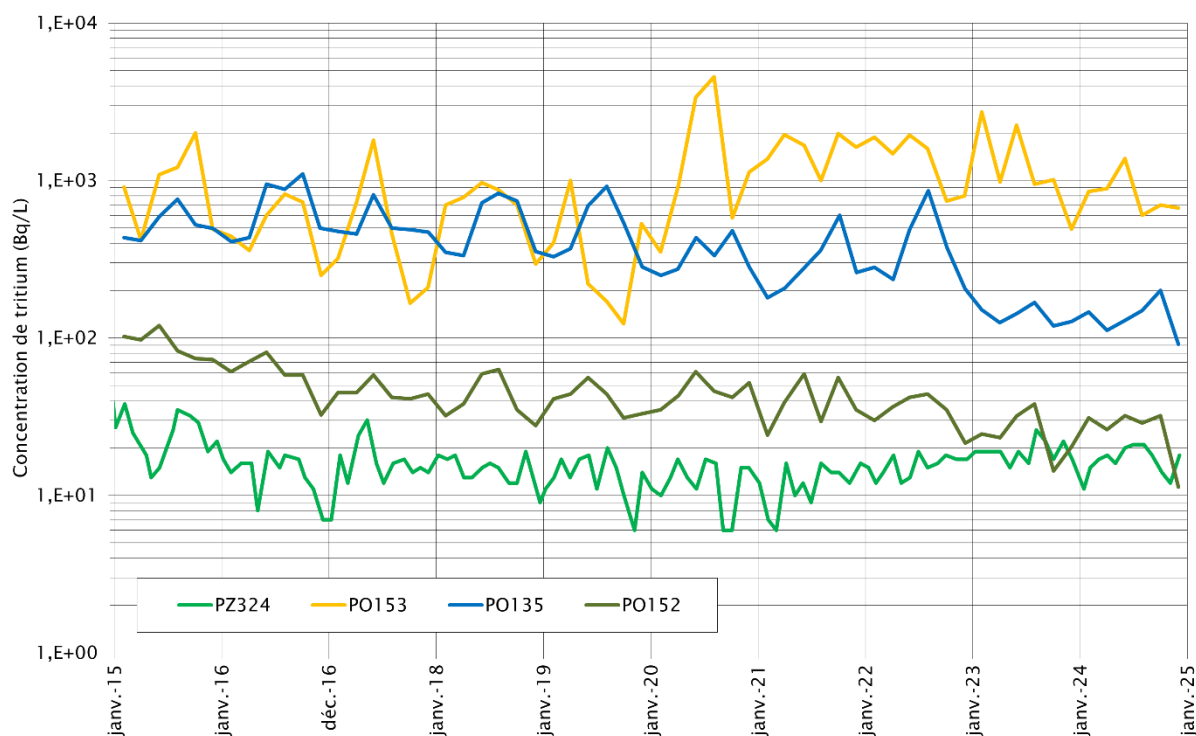


Figure 6-22 Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres situés au sud-ouest de la zone 4 le long de la bordure du site

L'évolution et la gamme des concentrations volumiques en tritium sont contrastées :

- le PO152 présente une diminution relativement régulière de la concentration volumique en tritium ; les résultats sont compris entre 10 et 30 Bq/L ;
- le PZ324 présente une légère augmentation de sa concentration depuis 2021 ; sa concentration se stabilise autour de 20 Bq/L ; toutefois, l'évolution de la concentration est globalement en diminution ces dix dernières années ;
- le PO135 présente une diminution relativement régulière de la concentration volumique en tritium ces dix dernières années, les valeurs mesurées en 2024 sont inférieures à 200 Bq/L ;
- le PO153 présente une augmentation entre 2020 et 2021, puis se stabilise autour de 1 000 Bq/L.

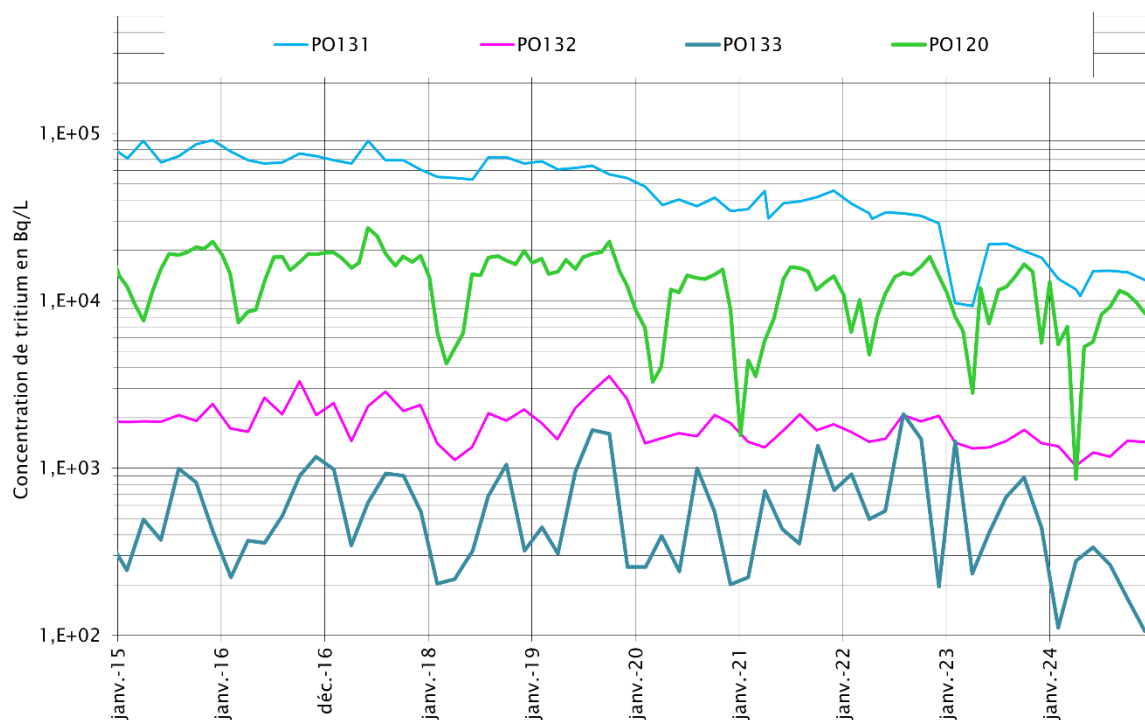


Figure 6-23 Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres situés au nord-ouest de la zone 4

C'est dans cette zone que les concentrations en tritium sont les plus élevées ; toutefois, l'évolution et la gamme des concentrations volumiques en tritium sont contrastées :

- le PO131, piézomètre dont la concentration en tritium est la plus forte, continue de diminuer ; il est à noter une forte diminution en début d'année 2023 ;
- les piézomètres PO120, PO132 et PO133 sont en diminution en 2024.

Ces concentrations qui présentent des variations sont difficiles à expliquer et peuvent avoir plusieurs origines. Toutefois, En tendance de fond, la baisse progressive de l'activité en ^3H au niveau du PO131 s'accompagne d'une augmentation de cette activité en aval, ce qui met en évidence un déplacement de la contamination de l'amont vers l'aval. Ces éléments conduisent ainsi à privilégier l'hypothèse d'une augmentation d'activité des PO120 / PZ373 / PO132 / PO133 par migration du tritium dans le prolongement des écoulements de la nappe depuis le PO131 ; dans ce contexte de baisse de l'activité en tritium observée au PO131, l'hypothèse de relâchement accentué depuis un ouvrage de stockage dans la nappe au niveau des piézomètres qui présentent une augmentation ne paraît pas privilégiée ces dernières années. Les résultats obtenus en 2024 confirment ces hypothèses.

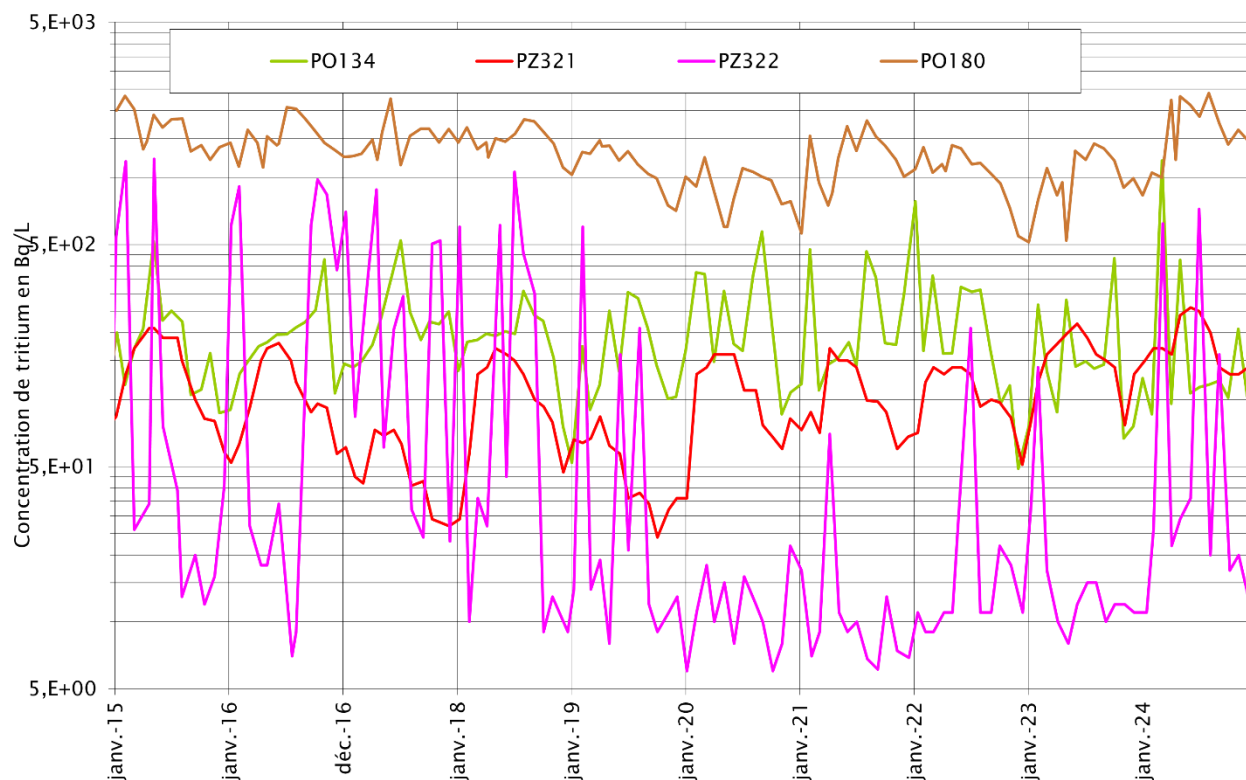


Figure 6-24 Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres situés au nord de la zone 4

L'évolution des concentrations volumiques en tritium dans les piézomètres de ce secteur est contrastée. Les 4 piézomètres présentent une augmentation de la concentration tritium en 2024. Le PZ322, situé proche de la bordure du CSM, a un comportement particulier avec de fortes fluctuations (jusqu'à 2 ordres de grandeurs).

6.3.5.6 Conclusion sur les évolutions de la concentration en tritium

Pour rappel, le milieu géologique situé sous le site est marqué en tritium (de façon historique et par un relâchement diffus depuis le stockage). L'interprétation individuelle des évolutions de la concentration tritium dans les piézomètres, en particulier ceux de la zone nord-ouest, est complexe compte tenu de la géologie marquée par des changements de faciès et des fissurations. Bien que séparés pour certains de quelques mètres, des variations de comportement sont relevées sur les piézomètres d'une même zone.

Le regroupement par zone permet de visualiser les tendances par secteur et de mettre en évidence des évolutions anormales. Même si ponctuellement certains piézomètres présentent une concentration tritium en augmentation, à une échelle à plus long terme, la concentration du tritium dans la nappe située sous le site du CSM présente une tendance globale à la baisse. Il est à noter que cette diminution ne se fait pas de façon régulière mais avec des variations plus ou moins rapides et des remontées ponctuelles. De plus, le suivi des analyses radiologiques à bas seuil et des paramètres physico-chimiques ne montre pas d'évolution significative en 2024 pouvant indiquer une dégradation des ouvrages.

6.3.6 Analyses complémentaires

Des valeurs de l'indice alpha global dépassent régulièrement la valeur guide de 0,1 Bq/L appliquée lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (23) dans les eaux souterraines du site du CSM. Une vérification de l'origine naturel de cette valeur a été entreprise sur 6 piézomètres. Les résultats sont donnés dans Tableau 6-11.

Tableau 6-11 Résultats de la détermination des émetteurs alpha dans les 6 piézomètres présentant des indices alpha global supérieur à 0,1 Bq/L

Piézomètre	Moyenne des indices alpha (Bq/L)	Po210 (Bq/L)	Rn222 (Bq/L)	Am241 (Bq/L)
PO120	0,28	0,069 +/- 0,0012	43 +/- 8	<0,014
PO154	0,23	0,086 +/- 0,017	35 +/- 7	<0,0095
PO160	0,17	0,224 +/- 0,034	30 +/- 6	<0,011
PO161	0,24	0,068 +/- 0,015	42 +/- 8	<0,010
PO170	0,23	0,056 +/- 0,013	15 +/- 7	<0,010
PO174	0,19	<0,0012	108 +/- 16	<0,012

La spectrométrie gamma effectuée sur ces échantillons ne montre pas la présence de radioéléments artificiels. Quelques RN issus des chaînes naturelles de désintégration de l'uranium 238 et du thorium 232. En complément, Le PO-210 et le Rn-222 ont été mesurés. Du radon 222, issu de la chaîne naturelle de désintégration de l'uranium 238, est présent dans tous les piézomètres à des concentrations relativement importantes. Le polonium 210 (sauf pour le PO174), descendant du Rn-222, est également présent à des teneurs expliquant les résultats des indices alpha globaux dans les eaux souterraines.

L'activité de l'indice alpha global dans les eaux souterraines est dû à la présence de RN naturels mis en évidence par la présence du ^{210}Po . L'origine de cette activité alpha global est donc principalement due à la chaîne de désintégration de ^{238}U (confirmée par la présence de radon), et a donc une origine naturelle.

6.4 Conclusion du suivi des eaux souterraines

En termes de saisonnalité, l'année 2024 présente un profil hydrologique plutôt habituel avec des périodes de hautes eaux hivernales en début et fin d'année et une période de basses eaux en fin d'été. Statistiquement, les campagnes représentatives des plus hautes et des plus basses eaux annuelles sont respectivement les campagnes de mars et de septembre.

L'indicateur de l'activité moyenne en tritium continue de diminuer en 2024 (809 Bq/L). Il traduit les inflexions de tendance observées par secteur.

Aucun RN artificiel autre que le tritium n'a été mesuré dans la nappe en 2024.

En 2024, les paramètres physico-chimiques dans les eaux souterraines respectent en grande majorité les normes de qualité environnementale de l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (25). Les piézomètres les plus éloignés du site (PO168 et PZ700) dépassent ces valeurs seuils pour le fer et le manganèse. Le piézomètre interne PO136 présente des concentrations qui dépassent 1 µg/L pour le mercure et 200 µg/L pour l'aluminium. Du mercure dépassant les 1µg/L est également mesuré dans le PO180.

7

La surveillance des ruisseaux

7.1	Présentation générale – principe de la surveillance	158
7.2	Surveillance des eaux des Roteures	161
7.3	Surveillance des eaux du ruisseau du Grand-Bel	162
7.4	Surveillance des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	164
7.5	Surveillance des sédiments des ruisseaux	168
7.6	Conclusion du suivi des ruisseaux	169

7.1 Présentation générale – principe de la surveillance

Les contrôles réalisés dans les ruisseaux permettent de s'assurer de l'absence d'impact des activités du Centre sur l'environnement et la population.

7.1.1 Bassins versants sous l'influence du CSM

Le CSM se situe sur trois bassins versants et le réseau hydrographique concerne trois ruisseaux situés à proximité. Il s'agit des ruisseaux de la Sainte-Hélène, du Grand-Bel et des Roteures. Ils présentent un écoulement sud-nord aboutissant à la mer, située à quelques kilomètres.

On retrouve d'est en ouest :

- le ruisseau des Roteures, qui naît à l'est du CSM et rejoint le ruisseau La Vallace après un parcours d'environ 1 km. La Vallace se jette dans la mer à Omonville-La Rogue, à 2 km en aval ;
- le ruisseau du Grand-Bel, qui prend sa source au nord du CSM au Hameau-Es-Clèrges et qui aboutit au ruisseau de la Sainte-Hélène, après un parcours de 1,7 km, au lieu-dit « l'Étang-Paysan », près du hameau de la Fosse ;
- le ruisseau de la Sainte-Hélène, qui prenait autrefois sa source à l'intérieur de la propriété d'Orano Recyclage, près du lieu-dit des Hauts Marais. Aujourd'hui, après contrôles, l'eau de la source est évacuée par le déversoir d'un bassin tampon et le ruisseau atteint la mer à l'anse Saint-Martin, après un parcours d'environ 3,2 km.

La localisation des points de contrôle sur les ruisseaux est présentée en Figure 7-1.



Figure 7-1 Localisation des points de contrôle des analyses radiologiques de l'eau des ruisseaux

7.1.2 Programme de surveillance

7.1.2.1 Contrôles radiologiques dans les eaux de surface

La surveillance radiologique, chimique et physico-chimique des eaux et des sédiments des trois ruisseaux permet de vérifier l'impact des rejets dans l'environnement et de mettre en évidence toute élévation anormale traduisant un dysfonctionnement

des installations du CSM. Des prélèvements hebdomadaires d'eau sont réalisés dans les trois ruisseaux au niveau des cinq points de contrôle figurés sur la Figure 7-1 pour la réalisation de mesures radiologiques courantes.

7.1.2.2 Contrôles physico-chimiques dans les eaux de surface

Des prélèvements ponctuels sont réalisés chaque semestre (en période hautes et basses eaux) sur lesquels sont réalisés des mesures chimiques et physico-chimiques.

7.1.2.2.1 Evolution annuelle

Le suivi des paramètres physico-chimiques et des concentrations des éléments chimiques permet de détecter toute évolution anormale en lien avec les rejets du Centre (par comparaison aux années antérieures).

7.1.2.2.2 Comparaison au SDAGE

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie planifie la politique de l'eau (28), dans l'objectif d'améliorer la gestion de l'eau sur le bassin, et couvre une période de six ans (2022-2027). Il fixe les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour chaque masse d'eau du bassin, afin de prévenir et de réduire la pollution des eaux intérieures de surface, des eaux souterraines, des eaux de transition (eaux estuariennes) et des eaux côtières, de promouvoir leur utilisation durable, de protéger leur environnement, d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques et d'atténuer les effets des inondations et des sécheresses. Il définit les orientations pour répondre aux enjeux du bassin et décline ces orientations en dispositions.

Conformément aux dispositions fixées par le SDAGE du bassin Seine-Normandie 2022-2027, l'objectif d'état global à atteindre est de maintenir les masses d'eau en bon état ou d'atteindre le bon état.

Aucun schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), pour respecter les orientations fondamentales et les objectifs fixés par la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (29) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, n'a été défini par le SDAGE du bassin Seine-Normandie pour le versant hydrographique du CSM.

L'arrêté du 25 janvier 2010 modifié (30), qui définit les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, fournit les outils nécessaires pour évaluer l'état des eaux afin de vérifier la conformité aux objectifs du SDAGE. Il fixe des normes de qualité environnementale (NQE) à respecter, en moyenne annuelle (NQE_MA) ou en concentration maximale admissible (NQE_CMA).

Parmi les substances disposant d'une NQE à respecter, l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, et le zinc font l'objet d'une surveillance réglementaire sur le CSM. Dans ce cas, les résultats de la surveillance sont comparés au NQE_MA ou au NQE_CMA (cf. Tableau 7-1) ce qui permet de définir l'état écologique et chimique partiels.

Tableau 7-1 Normes de qualité environnementale selon les annexes 3 et 8 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (30)

Substances	Unités	NQE_MA*	NQE_CMA**
Arsenic dissous	µg/L	0,83	/
Cadmium dissous	µg/L	0,15	0,9
Chrome dissous	µg/L	3,4	/
Cuivre dissous	µg/L	1	/
Mercure dissous	µg/L	/	0,07
Nickel dissous	µg/L	4	34

Substances	Unités	NQE_MA*	NQE_CMA**
Plomb dissous	µg/L	1,2	14
Zinc dissous	µg/L	7,8	/

L'état chimique d'une masse d'eau est qualifié de bon quand les concentrations en polluants ne dépassent pas les NQE.

7.1.2.3 Contrôles dans les sédiments

Les sédiments, compte-tenu de leur capacité de rétention, sont de bons indicateurs de pollution ancienne. Des analyses radiologiques trimestrielles et des analyses physico-chimiques annuelles sont réalisées dans les sédiments de la Sainte-Hélène et dans les sédiments du Grand-Bel.

7.2 Surveillance des eaux des Roteures

Le ruisseau des Roteures qui, dans sa partie amont, est hors influence du CSM, se voit dans sa partie aval influencé par des résurgences d'eaux souterraines venant du CSM. Le point de contrôle R1 est situé hors influence du CSM et constitue ainsi un point de référence.

7.2.1 Suivi radiologique

Les prélèvements pour le suivi radiologique des eaux des Roteures sont réalisés chaque semaine et correspondent à des prélèvements ponctuels. Les résultats des analyses radiologiques sont présentés dans le Tableau 10-55 (R1) et le Tableau 10-56 (R1-10).

Pour 2024, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global et tritium) des eaux prélevées aux deux points de contrôles du ruisseau des Roteures (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de détection) sont données dans le Tableau 7-2.

Tableau 7-2 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau des Roteures

Paramètres	Unités	R1	R1-10
Moyenne des indices α G	Bq/L	$\leq 0,016$	$\leq 0,015$
Moyenne des indices β G	Bq/L	0,087	0,087
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	$\leq 2,4$	5,1

Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années précédentes. Les moyennes des résultats de cette année sont inférieures aux valeurs de référence qualité appliquée lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (23) à savoir 0,1 Bq/L en α G et 1 Bq/L en β G.

La valeur de tritium est légèrement plus élevée au point R1-10 qu'au point R1. En effet, une partie très faible des écoulements de la nappe située sous le Centre rejoint naturellement le ruisseau des Roteures, en aval du hameau La Chesnaye. L'activité volumique en tritium est en légère augmentation par rapport à 2023.

7.2.2 Suivi physico-chimique

Les résultats semestriels des analyses physico-chimiques et chimiques sur les eaux des Roteures au point R1 sont présentés dans le Tableau 10-57.

Les paramètres physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes. Le pH des eaux des Roteures est proche de la neutralité à légèrement basique (6,6 - 8,2) (cf. Tableau 10-55 et Tableau 10-56) et compatible avec la protection de la vie aquatique. La conductivité, de l'ordre de 230 $\mu\text{S}/\text{cm}$, est cohérente avec les concentrations mesurées des éléments chimiques et avec celles habituellement relevées dans les cours d'eau. Cette valeur fluctue en fonction des saisons et est plus élevée lors des plus fortes températures. La concentration en MES, dont une trop forte valeur perturbe la vie aquatique, est peu dispersée (entre 4 mg/L et 5 mg/L) et satisfaisante. La bonne oxygénation du milieu est constatée avec des valeurs d'oxygène dissous proches de la saturation en oxygène maximale. Aucune anomalie n'est détectée.

Les résultats des campagnes menées en février et septembre 2024 ne montrent pas d'évolution particulière des concentrations des paramètres chimiques dans les eaux des Roteures. Tout comme dans les eaux souterraines, la présence d'aluminium, de baryum, de fer et de manganèse est systématiquement détectée en lien avec le fond géochimique de la région.

Comme les années précédentes, la présence de cuivre est mise en évidence à des concentrations supérieures à la NQE (cf. Tableau 10-57). En raison de cette concentration « élevée », le ruisseau est classé en « mauvais » état chimique. Il est rappelé que Les Roteures au point de contrôle R1 n'est pas influencé par les rejets du CSM. De plus, des concentrations de cuivre sont régulièrement mesurées dans la pluie (environ 1 $\mu\text{g}/\text{L}$ en 2024).

Des nitrates et des nitrites, régulièrement mesurés dans Les Roteures, démontrent la présence d'activités anthropiques (agricoles et/ou ménagères). Ces paramètres ne sont pas liés aux activités du CSM. Enfin, des traces d'arsenic et de mercure sont également mesurées dans Les Roteures, bien en dessous des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaines (23).

7.3 Surveillance des eaux du ruisseau du Grand-Bel

La surveillance du Grand-Bel est effectuée à proximité de sa source au point R3 (cf. Figure 7-1). Ce ruisseau est alimenté par l'exhaure des eaux souterraines soumises à l'influence de la partie est et nord-est du CSM. Du fait de la localisation proche (quelques dizaines de mètres) de la source, l'eau prélevée a ainsi des caractéristiques très similaires à l'eau souterraine.

7.3.1 Suivi radiologique

Les prélèvements pour le suivi radiologique des eaux du Grand-Bel sont réalisés chaque semaine et correspondent à des prélèvements ponctuels. Les résultats des analyses radiologiques sont présentés dans le Tableau 10-58.

En 2024, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global et tritium) des eaux prélevées au point R3 (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de détection) sont données dans le Tableau 7-3.

Tableau 7-3 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau du Grand-Bel

Paramètres	Unités	R3
Moyenne des indices αG	Bq/L	$\leq 0,017$
Moyenne des indices βG	Bq/L	0,11
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	139

Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années précédentes. La majorité des résultats des mesures de l'indice alpha global présente des valeurs inférieures aux SD (37 résultats sur 53). Les moyennes des résultats de cette année sont inférieures aux valeurs guides appliquées lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (23) à savoir 0,1 Bq/L en α G et 1 Bq/L en β G.

La concentration volumique moyenne en tritium reste significative mais est en baisse par rapport à 2023. La Figure 7-2 présente l'évolution de la concentration tritium depuis 2015. Les valeurs de l'année 2024 sont comprises entre 123 Bq/L et 152 Bq/L.

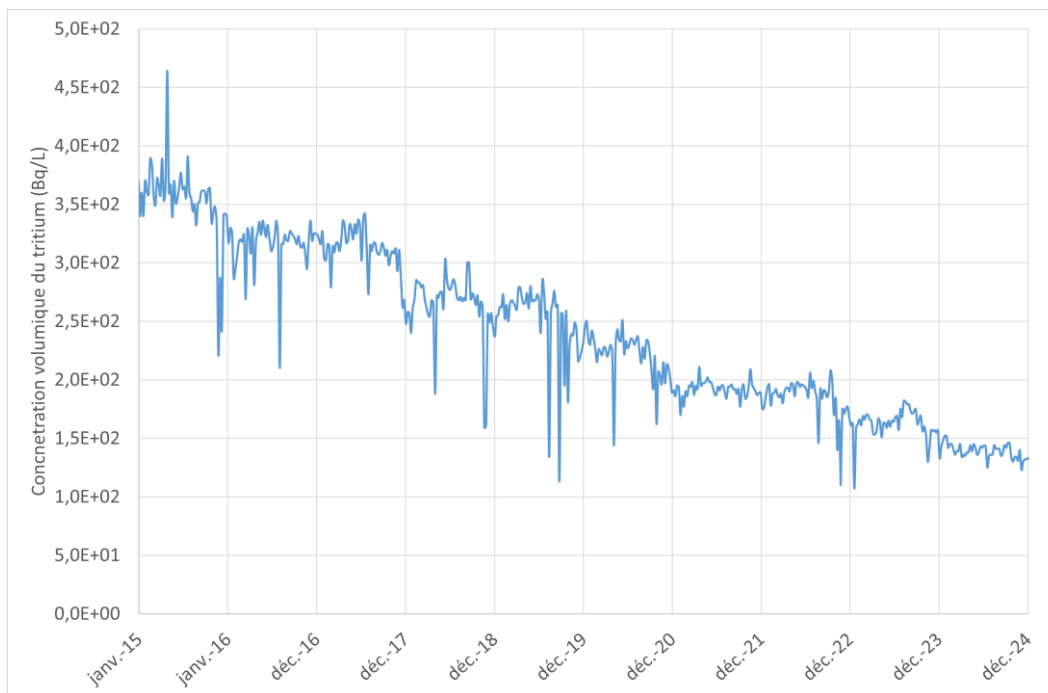


Figure 7-2 Evolution de la concentration tritium au point de contrôle R3 depuis 2015

La Figure 7-3 présente l'évolution de l'activité moyenne annuelle du tritium, mesurée au point R3, par rapport à l'année passée et corrigée de la décroissance radioactive.

Sur cette figure il est donc constaté, en ne tenant compte que de la décroissance, que l'activité volumique mesurée en tritium :

- est supérieure à l'attendu globalement jusqu'à la période 1997-2012 ;
- depuis cette période, l'activité volumique mesurée apparaît globalement plus faible que celle attendue.

Le suivi de la concentration du tritium dans le Grand-Bel montre que l'incident tritium détecté en 1976 a marqué la ZNS de manière hétérogène, laquelle relâche cette activité dans la nappe, via son battement parfois très variable d'une année à l'autre. Ainsi, l'incident continue à influencer l'activité en tritium de la nappe, ainsi que celle du Grand-Bel.

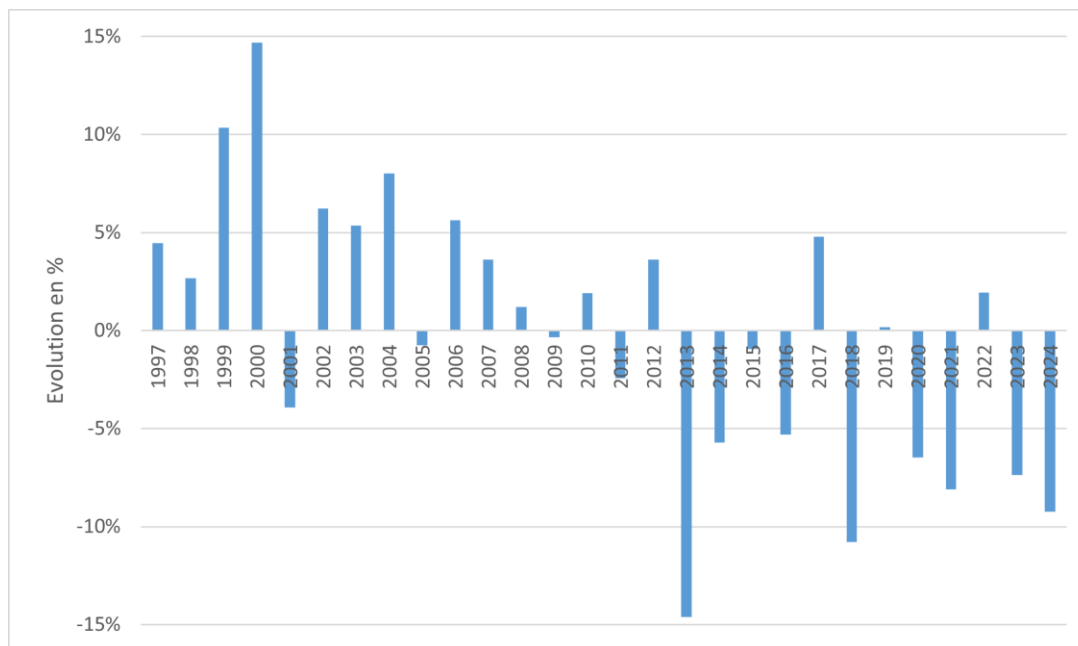


Figure 7-3 *Évolution annuelle de la moyenne des concentrations tritium par rapport à la valeur théorique calculée à partir de l'année n-1*

7.3.2 Suivi physico-chimique

Les prélèvements pour les analyses physico-chimiques du ruisseau du Grand-Bel sont effectués deux fois par an (en période de basses et de hautes eaux) sur des échantillons ponctuels : les résultats sont présentés dans le Tableau 10-57.

Les résultats des campagnes menées en février et septembre 2024 au point R3 ne montrent pas de variabilité saisonnière des paramètres physico-chimiques de ces eaux et restent similaires à ceux des années précédentes. Les résultats sont proches de ceux mesurés dans Les Roteures au point de contrôle R1 (hors influence du CSM), en dehors de valeurs de nitrates plus élevées et en lien avec les activités agricoles du secteur.

Le pH des eaux du Grand-Bel est stable (6,3 – 7,9) et proche de la neutralité (cf. Tableau 10-58).

Les teneurs en métaux respectent les NQE.

7.4 Surveillance des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène

Pour rappel, les eaux pluviales du CSM sont rejetées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène.

7.4.1 Volume écoulé au point de contrôle R6-10

Le point de contrôle R6-10 est équipé d'un débitmètre permettant la mesure en continu du volume passant par ce point. Pour rappel, ce point est situé en aval de la confluence des ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand-Bel (cf. Figure 7-1). En 2024, le volume annuel mesuré au point R6-10, correspondant à la quantité d'eau ayant transité par ce point, est de 2 233 191 m³ (cf. Tableau 10-60). Le débit moyen résultant pour l'année 2024 est donc de 256 m³/h, cohérent avec celui calculé à partir des débits instantanés relevés à fréquence hebdomadaire, de l'ordre de 255 m³/h (cf. Tableau 10-60). Les volumes écoulés en 2024 sont cohérents avec la forte pluviométrie de cette année.

7.4.2 Suivi radiologique

Les prélèvements pour le suivi radiologique des eaux de la Sainte-Hélène sont effectués aux points R6 et R6-10 (cf. Figure 7-1). Ils sont réalisés chaque semaine et correspondent à des prélèvements ponctuels. Les résultats des analyses radiologiques sont présentés dans le Tableau 10-59 (R6) et dans le Tableau 10-60 (R6-10).

Pour 2024, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global et tritium) des eaux prélevées aux deux points de contrôle du ruisseau de la Sainte-Hélène (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de détection) sont données dans le Tableau 7-4.

Tableau 7-4 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène

Paramètres	Unités	R6	R6-10
Moyenne des indices α G	Bq/L	$\leq 0,016$	$\leq 0,025$
Moyenne des indices β G	Bq/L	0,12	0,13
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	19	17

Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années précédentes. En 2024, toutes les valeurs sont inférieures aux valeurs guides appliquée lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (23) à savoir 0,1 Bq/L en α G et 1 Bq/L en β G. Les valeurs moyennes sont équivalentes à celles des années précédentes.

La Figure 7-4 présente l'évolution depuis 2015 de l'activité tritium dans l'eau du ruisseau de la Sainte-Hélène dans sa partie amont au point R6 et dans sa partie aval au point R6-10. La concentration en tritium est relativement stable depuis 2015 (entre 30 et 12 Bq/L).

L'activité radiologique des eaux du ruisseau est dépendante de celle de ses contributions, à savoir :

- les eaux pluviales venant de l'Andra et d'Orano Recyclage ;
- les eaux de ruissellement entre la source (GPNE) et le point de contrôle ;
- les eaux souterraines.

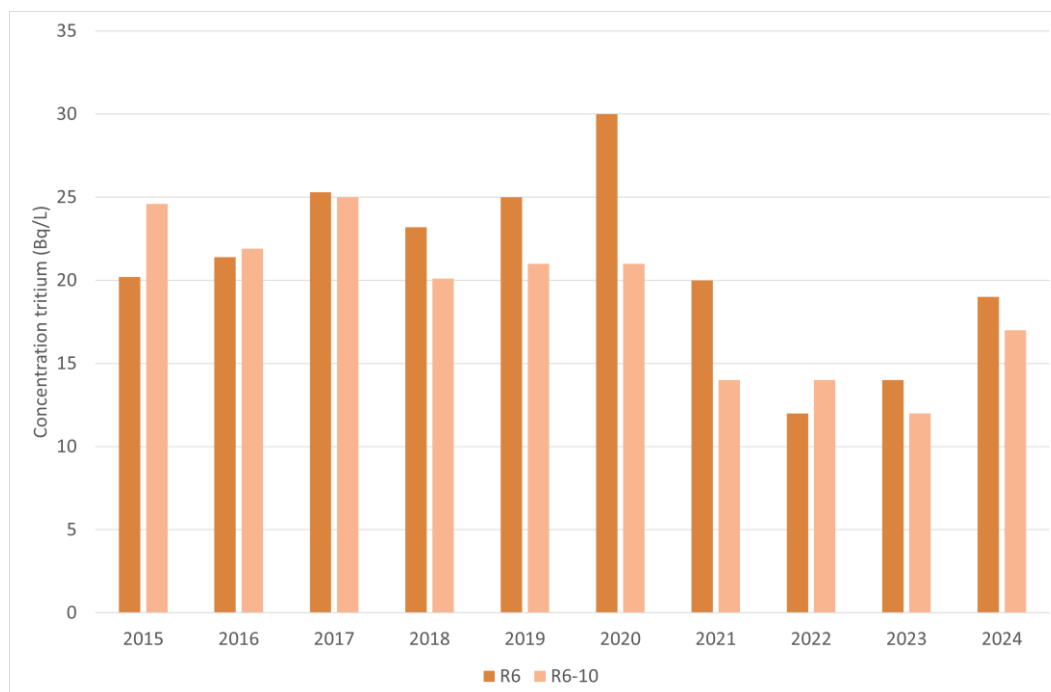


Figure 7-4 *Évolution de la concentration moyenne annuelle en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène en R6 et R6-10 depuis 2015*

En complément des analyses radiologiques courantes hebdomadaires, des analyses radiologiques à bas seuils sont réalisées annuellement sur les eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène aux points R6 et R6-10 sur la fraction soluble et insoluble (cf. Tableau 10-61). En 2024, on observe la présence récurrente de tritium, comparable avec les résultats de la surveillance hebdomadaire. Aucun autre RN artificiel n'est détecté. Des RN naturels sont mesurés (^{40}K , ^{212}Pb et les isotopes de l'uranium) à des concentrations comparables avec celles de l'environnement.

7.4.3 Estimation de la concentration volumique en tritium liée aux eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène

Une fraction du tritium mesurée dans la Sainte-Hélène provient des eaux souterraines s'écoulant vers le bassin versant du ruisseau de la Sainte-Hélène. Une estimation de cet apport peut être réalisée à partir des données de la surveillance. Cette estimation est une approximation qui ne tient pas compte des apports du tritium en provenance du Grand-Bel qui rejoint la Sainte-Hélène en amont du point R6-10.

7.4.3.1 Estimation du volume en R6-10 provenant des eaux souterraines et des eaux de ruissellement

Le volume des eaux de ruissellement du bassin versant entre GPNE et R6-10 et des eaux souterraines peut être estimé par la différence entre le volume annuel mesuré au point R6-10 et le volume annuel rejeté à GPNE (en négligeant l'apport des affluents de la Sainte-Hélène et de l'eau de pluie), soit :

$$\text{Équation 3} \quad \text{Veau souterraine} + \text{eau ruissellement} = V_{\text{R6-10}} - V_{\text{GPNE}} = 2\,233\,191 - 711\,231 = 1\,521\,960 \text{ m}^3.$$

7.4.3.2 Estimation des quantités de tritium en GPNE et en R6-10

En prenant la concentration volumique moyenne annuelle en GPNE et en R6-10 et en tenant compte des volumes en chacun de ces deux points, la quantité de tritium est :

$$\text{Equation 4 : } V_{\text{GPNE}} \times [\text{H3}]_{\text{GPNE}} = 711\,231 \times 10^3 \times 21/10^9 = 15 \text{ GBq.}$$

$$\text{Equation 5 : } V_{\text{R6-10}} \times [\text{H3}]_{\text{R6-10}} = 2\,233\,191 \times 10^3 \times 19/10^9 = 42 \text{ GBq.}$$

7.4.3.3 Estimation de la quantité de tritium provenant des eaux souterraines

Par différence entre l'activité rejetée en tritium mesurée en R6-10 et celle mesurée à GPNE, et en considérant que la concentration volumique en tritium dans l'eau de ruissellement des bassins versants extérieurs au site est négligeable, on peut estimer la quantité de tritium provenant des eaux souterraines en R6-10 à :

$$\text{Equation 6 : } (\text{H3})_{\text{R6-10}} - (\text{H3})_{\text{GPNE}} = 42 - 15 = 27 \text{ GBq}$$

7.4.3.4 Estimation de la concentration volumique en tritium liée aux eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène

Par conséquent, l'activité volumique en tritium des eaux souterraines sur le bassin versant du CSM qui alimentent la Sainte-Hélène entre le point GPNE et le point R6-10 est en moyenne de :

$$\text{Equation 7 : } (\text{H3})_{\text{eau souterraine}} / V_{\text{eau souterraine}} = (27 \times 10^9) / (1\,521\,960 \times 10^3) = 18 \text{ Bq/L}$$

Cette concentration varie en fonction de la pluviométrie. L'estimation de l'apport du tritium via la nappe phréatique au niveau du point de contrôle R6-10 est plus élevée que celles mesurées les dernières années (cf. Figure 7-5) en lien avec l'augmentation de la quantité de tritium mesuré en R6-10.

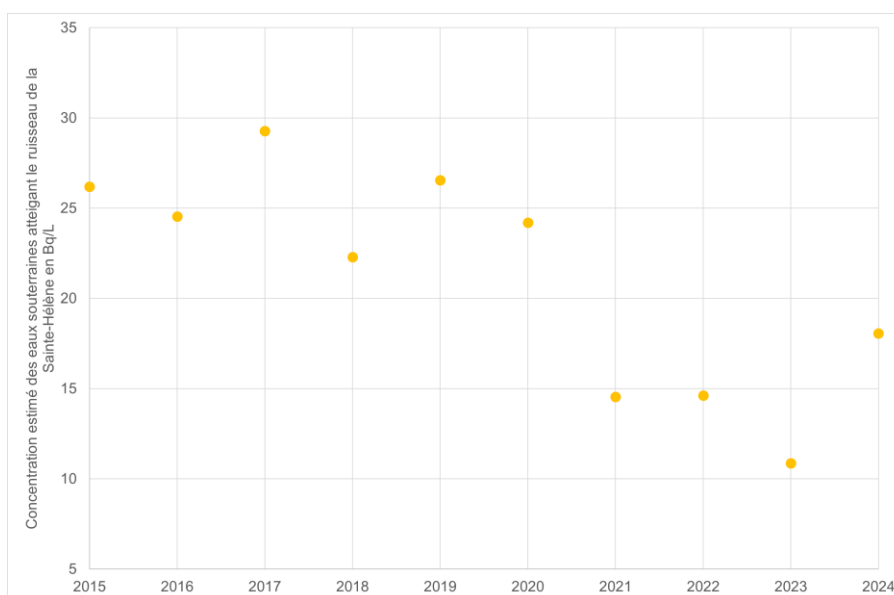


Figure 7-5 Evolution de l'estimation de la concentration tritium provenant des eaux souterraines en R6-10 de 2015 à 2024

7.4.4 Suivi physico-chimique

Les prélèvements pour les analyses physico-chimiques du ruisseau de la Sainte-Hélène sont effectués aux points R6 et R6-10 sur des échantillons ponctuels deux fois par an (en période de basses et de hautes eaux) : les résultats sont présentés dans le Tableau 10-63.

La qualité des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène est notamment influencée par :

- les eaux pluviales venant de l'Andra et d'Orano Recyclage ;
- les pratiques agricoles alentours ;

- la nature des sols ;
- les eaux de ruissellement ;
- les eaux souterraines.

Le pH des eaux de la Sainte-Hélène est relativement stable (7,0 - 8,5) et proche de la neutralité (cf. Tableau 10-59 et Tableau 10-60).

Les résultats des campagnes menées en février et septembre 2024 ne montrent pas d'évolution particulière de la qualité physico-chimique de ces eaux (cf. Tableau 10-63). Comme constaté habituellement, la conductivité est légèrement plus élevée dans la partie aval de la Sainte-Hélène en lien avec une concentration plus élevée de substances dissoutes. Tout comme dans les eaux souterraines, la présence d'aluminium, de baryum, de fer et de manganèse est systématiquement détectée, en lien avec le fond géochimique de la région (cf. paragraphe 7.5.2).

Comme les années précédentes, des concentrations en cuivre et en zinc sont supérieures aux NQE (cf. Tableau 10-63). En raison de ces concentrations « élevées », le ruisseau de la Sainte-Hélène est classé en « mauvais » état chimique. Ces deux éléments se retrouvent dans la pluie (cf. Tableau 10-38) et dans les rejets à la CMG (Tableau 10-12).

Il est à noter que la présence régulière de nitrates et de nitrites en R6 et R6-10 traduit la présence d'activités agricoles proches de la Sainte-Hélène (fertilisation des sols).

7.5 Surveillance des sédiments des ruisseaux

La surveillance des sédiments des ruisseaux permet, du fait de leur capacité de rétention et donc d'accumulation, de détecter et de suivre, sur le long terme, la présence éventuelle de pollution radiologique ou chimique.

Pour le ruisseau de la Sainte-Hélène, les analyses radiologiques permettent de suivre l'évolution dans le temps du marquage radioactif hérité d'anciennes pratiques d'exploitation.

7.5.1 Suivi radiologique

Les prélèvements et analyses radiologiques trimestrielles des sédiments des ruisseaux sont réalisés par Orano Recyclage sur le ruisseau de la Sainte-Hélène (SR6), et par l'Andra pour les ruisseaux du Grand-Bel (SR3) et de la Sainte-Hélène (SR6-10) : les résultats sont présentés dans le Tableau 10-64.

7.5.1.1 Sédiments du Grand-Bel

Les résultats de la spectrométrie gamma mettent en évidence la présence de ^{137}Cs (concentration proche de 1 Bq/kg) ; ce niveau de radioactivité est régulièrement mesuré dans l'environnement français depuis l'accident de Tchernobyl. Aucun autre radio-isotope artificiel n'est mis en évidence.

7.5.1.2 Sédiments de la Sainte-Hélène

En 2024, l'activité radiologique moyenne en ^{137}Cs mesurée dans la partie amont du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6 est de 10 Bq/kg sec (de 7 Bq/kg à 12 Bq/kg sec) et dans sa partie aval en SR6-10 est de 3 Bq/kg sec (de 2,2 Bq/kg à 4,2 Bq/kg sec). Ces concentrations moyennes sont équivalentes à celles généralement mesurées chaque année. Il est à noter que les concentrations sont généralement plus élevées en SR6 qu'en SR6-10.

En SR-6, tout comme les années précédentes du $^{239+240}\text{Pu}$ est mesuré à l'état de traces (cf. Tableau 10-64).

Les traces d'actinides dans les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène sont vraisemblablement liées aux anciennes activités de fonctionnement ou de maintenance des sites nucléaires Andra et Orano Recyclage.

En complément des analyses trimestrielles, des analyses radiologiques à bas seuil sur une gamme plus étendue de radionucléides sont effectuées, à fréquence annuelle, sur les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6-10 : les résultats sont présentés dans le Tableau 10-61.

Hormis les radionucléides d'origine naturelle, on relève la présence de ^{137}Cs , à une concentration similaire à celles mesurées chaque trimestre.

7.5.2 Suivi physico-chimique

Les analyses physico-chimiques semestrielles des sédiments sont réalisées sur les ruisseaux des Roteurs (SR1), du Grand-Bel (SR3) et de la Sainte-Hélène (SR6 cascade). Les résultats des analyses effectuées sont comparés aux valeurs guides précisées dans l'arrêté du 09 août 2006 (22) (cf. Tableau 10-7). Les résultats sont présentés dans le Tableau 10-65 et montrent comme les années précédentes :

- des teneurs en aluminium et en fer élevées trouvant leur origine dans les roches constituant le milieu géologique ;
- des teneurs importantes en manganèse et en baryum trouvant également leur origine dans les roches constituant le milieu géologique ;
- des teneurs en arsenic, chrome, cuivre et plomb en dessous des niveaux préconisés dans l'arrêté du 09 août 2006 (22) ;
- la présence de traces de mercure, marquage issu d'une pollution ancienne dont les teneurs sont toutefois en dessous des niveaux préconisés dans l'arrêté du 09 août 2006 (22) ;
- la présence de zinc : cet élément chimique, présent également dans la pluie (cf. Tableau 10-38), est probablement lié aux activités industrielles de la zone de Digulleville ; les teneurs mesurées sont toutefois en dessous des niveaux préconisés dans l'arrêté du 09 août 2006 (22) ;
- le marquage par des HAP des sédiments du Grand-Bel (SR3) ; une origine anthropique provenant des hameaux et de la circulation automobile est à privilégier et est probablement à l'origine de ces teneurs.

7.6 Conclusion du suivi des ruisseaux

La concentration en tritium dans le ruisseau Les Roteurs est stable comme habituellement et très faible (<10 Bq/L), en diminution dans le ruisseau du Grand-Bel et reste globalement stable malgré une légère augmentation en 2024 dans le ruisseau de la Sainte-Hélène.

La contribution du tritium venant des eaux souterraines à l'aval du bassin versant au point de contrôle R6-10 est estimée à environ 27 GBq. Elle est majoritaire par rapport aux rejets *via* GPNE.

La présence de ^{137}Cs ainsi que des traces de plutonium sont détectées dans les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène (SR6-10) à des niveaux de concentration habituellement mesurés. Ces traces sont liées à la persistance d'une pollution ancienne.

La qualité physico-chimique des ruisseaux résulte principalement du contexte agricole et industriel environnant le CSM, sans influence du Centre lui-même. Les résultats physico-chimiques présentent peu d'évolution.

8

Estimation de l'impact radiologique des rejets

8.1	Méthode de calcul des impacts des rejets du CSM	172
8.2	Évaluation de l'impact radiologique des rejets	176
8.3	Conclusion	178

8.1 Méthode de calcul des impacts des rejets du CSM

8.1.1 Principes généraux

Le CSM est à l'origine de rejets radiologiques dans l'environnement. Ces rejets sont liquides (en mer ou vers les eaux de surface) et atmosphériques diffus (tritium et radon). À ce titre, le CSM doit évaluer chaque année le risque sanitaire pour ces émissions radiologiques en réalisant un calcul de dose efficace engagée à l'Homme selon les préconisations de la réglementation relative aux INB.

Lors du réexamen périodique du CSM réalisé en 2019, la méthodologie pour réaliser le calcul d'impact des rejets du site sur l'environnement a été revue, ce qui a engendré une modification des scénarios et des paramètres pris en compte. La démarche retenue pour calculer l'impact du CSM est détaillée au chapitre 1.6.5 du volume II du RDS 2021 (31).

La démarche générale Andra de calcul d'impact comporte plusieurs étapes d'évaluation et de modélisation (cf. Figure 8-1) :

- évaluation des termes sources initiaux (c'est-à-dire avant dispersion dans l'environnement) ;
- dispersion/dilution du terme source dans les milieux environnementaux (voie liquide ou voie atmosphérique) ;
- évaluation des transferts :
 - ✓ à l'Homme le long de la chaîne agroalimentaire (vers les végétaux et les produits animaux) dans le cas des évaluations d'impact sanitaire ;
 - ✓ aux organismes de la faune et de la flore exposés dans le cas des évaluations d'impact aux écosystèmes¹³.
- quantification des expositions et l'évaluation du risque en regard des valeurs de référence.

¹³ Aucun calcul spécifique sur la faune et la flore n'est présenté dans ce bilan, les rejets réels annuels du CSM étant largement inférieurs aux hypothèses prises pour les évaluations d'impact présentées dans l'EI et le RDS, hypothèses qui concluent à l'absence de risque pour la faune flore.

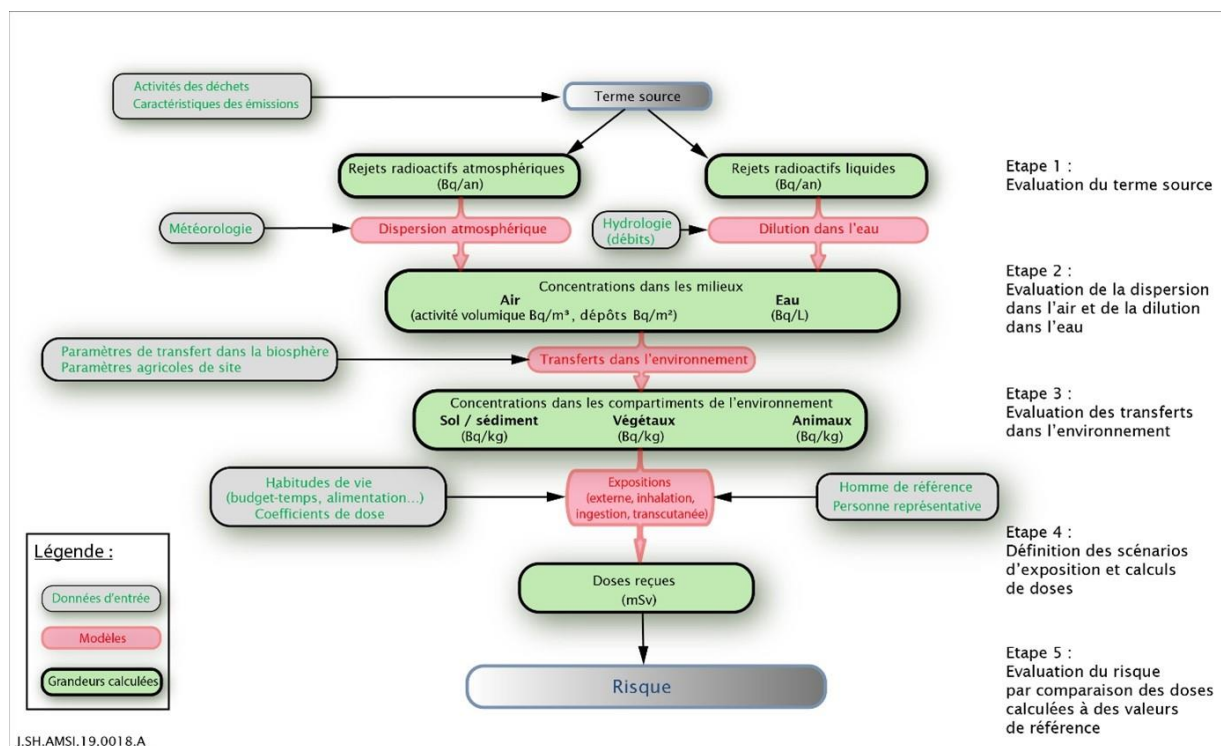


Figure 8-1 Démarche générale du calcul d'impact

L'évaluation de l'impact dosimétrique des rejets repose, d'une part sur les caractéristiques des effluents rejetés, d'autre part sur les caractéristiques de l'environnement naturel, agricole, économique et humain.

L'évaluation de dose liée aux activités du CSM est comparée à la limite de dose pour le public fixée dans le Code de la santé publique (article R.1333-8 et suivants) qui précise que la somme des doses efficaces reçues, du fait des activités nucléaires, ne doit pas dépasser 1 mSv/an. En application du principe ALARA, l'Andra retient une contrainte de dose plus ambitieuse, de 0,25 mSv/an, pour la gestion des rejets en exploitation (33). La protection des populations est également assurée au travers du respect des limites fixées dans l'autorisation de rejets du CSM du 10 janvier 2003 (1).

8.1.2 Groupe de référence, voies de transfert et voies d'exposition

L'évaluation des risques sanitaires est effectuée à partir d'un scénario basé sur une population riveraine et représentée par un **groupe « multi-activités »** et trois classes d'âges (32) :

- adulte ;
- enfant de 10 ans ;
- enfant de 1 an.

Le groupe de référence retenu repose sur les activités humaines existant réellement autour du site ; il est localisé au Hameau Es Clériges (sur le cours du ruisseau du Grand-Bel), village le plus proche, à quelques centaines de mètres du CSM au nord, sous les vents dominants correspondant au coefficient de transfert atmosphérique le plus élevé. Ce groupe possède un jardin potager et une basse-cour. Il consomme des aliments issus d'un élevage dont les bovins s'abreuvent dans le ruisseau du Grand-Bel et il consomme, en sus des aliments produits sur place, des produits de la mer (poissons, crustacés, mollusques).

Les voies d'exposition considérées pour l'évaluation du risque sanitaire, pour ce groupe « multi-activités », sont l'inhalation, l'ingestion et l'exposition externe. Concernant la voie ingestion, les évaluations des risques radiologiques reposent sur les mêmes hypothèses de consommations alimentaires issues de l'enquête locale sur les consommations alimentaires du Nord Cotentin, réalisée au printemps 1998 par le CREDOC pour COGEMA (33).

La Figure 8-2 récapitule l'ensemble des voies de transferts et d'exposition prises en compte pour le groupe de référence « multi-activités ».

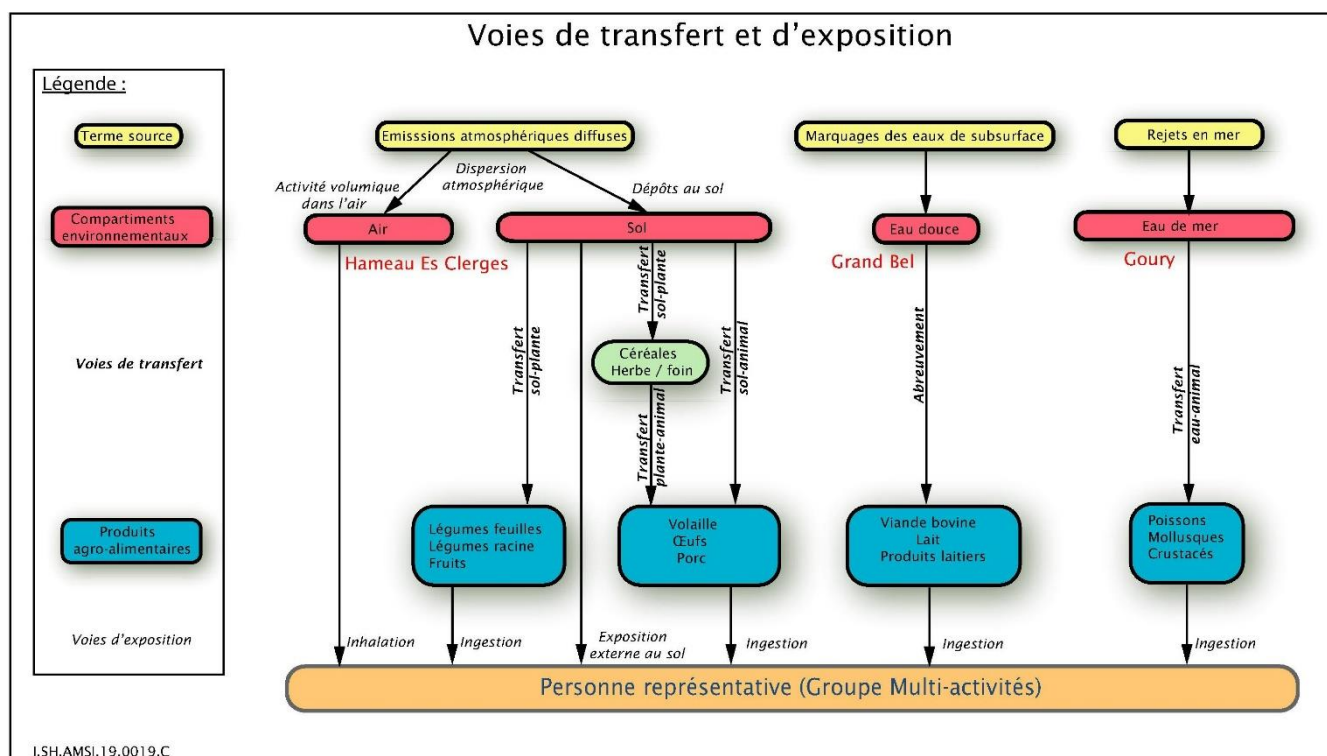


Figure 8-2 Voies de transfert et d'exposition pour le groupe de population étudiés

8.1.3 Les données d'entrée

8.1.3.1 Les rejets atmosphériques diffus

Les rejets gazeux diffus de tritium et de radon sont mentionnés dans l'arrêté rejets du 10 janvier 2003 (1) ; toutefois, ils ne font pas l'objet d'une limitation dans le cadre de cet arrêté.

L'évaluation de ces rejets diffus est réalisée par calcul en considérant :

- l'inventaire en tritium et en radon des colis de déchets stockés dans les ouvrages et le taux de dégazage (fraction d'inventaire dégazée annuellement sous forme HT, HTO et radon) définis selon la nature du déchet ;
- la décroissance radioactive appliquée entre juin 1994 (date d'arrivée du dernier colis au CSM) et le 1^{er} janvier 2019 ;
- l'ensemble du tritium sous sa forme HTO la plus pénalisante pour l'évaluation de l'impact.

La quantification de ce « terme source » a été réalisée en négligeant la présence des composants des colis, des ouvrages de stockage et de la couverture qui constituent de fait une barrière à la migration de ces émanations diffuses vers l'atmosphère. Cette hypothèse choisie volontairement de manière « pénalisante » a pour conséquence de surestimer fortement le terme source en radon et en HTO.

Compte tenu de l'absence de quantification annuelle de ces effluents diffus, les calculs, réalisés dans le cadre de la mise à jour de l'étude d'impact (32), sont basés sur une estimation « pénalisante », présentés au paragraphe 8.2.1. Compte tenu des résultats de l'exposition à ces émissions gazeuses diffuses, ils ne sont pas réévalués chaque année.

8.1.3.2 Les rejets en mer

Les rejets dans le milieu marin correspondent aux effluents « à risques » provenant du BDS, préalablement contrôlés par l'Andra et transférés vers les installations de l'établissement d'Orano Recyclage – La Hague. Ces eaux sont rejetées en mer, dans le Raz Blanchard, à partir de l'émissaire marin d'Orano Recyclage – La Hague via leurs installations de gestion des effluents (cf. Figure 4-4). L'Andra applique un coefficient de dispersion moyen pour calculer l'activité de l'eau de mer de 0,76 Bq/m³ pour 1 TBq rejeté annuellement. Cette valeur a été estimée par le Groupe radioécologie Nord-Cotentin, et est similaire à celle appliquée par Orano Recyclage – La Hague pour réaliser les évaluations d'impact de ses propres rejets via la canalisation. L'impact des rejets en mer est calculé à partir du cumul annuel, au point BDS, de l'activité :

- alpha global, assimilés de manière pénalisante au ²³⁹Pu ;
- bêta global, assimilés de manière pénalisante au ⁶⁰Co ;
- du tritium.

Les flux en Bq par an de ces trois paramètres sont utilisés pour le calcul de dose.

8.1.3.3 Les rejets dans les eaux superficielles

Les ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand-Bel constituent les principaux exutoires naturels des eaux souterraines soumises à l'influence du CSM. À ce titre, ces deux ruisseaux font l'objet d'une surveillance spécifique (cf. chapitre 7).

Le ruisseau de la Sainte-Hélène constitue l'exutoire des eaux pluviales du CSM, via Orano Recyclage – La Hague, conformément à l'arrêté d'autorisation de rejet du 10 janvier 2003 (1). Du tritium à des concentrations de l'ordre d'une vingtaine de Bq/L y est systématiquement mesuré.

Le ruisseau du Grand-Bel est un affluent du ruisseau de la Sainte-Hélène. Le retour d'expérience de la surveillance montre qu'il présente des activités volumiques plus élevées en amont de sa confluence avec la Sainte-Hélène. Celles-ci sont de l'ordre de 150 Bq/L de tritium au niveau du point de contrôle R3 et sont directement liées aux points d'exhaure des eaux souterraines influencées par le stockage.

Sur la base des observations terrain (utilisation réelle de l'eau par les riverains), les évaluations sont faites au niveau du Grand-Bel (cf. paragraphe 8.1.2). Les données d'entrée sont la concentration moyenne annuelle en tritium en Bq/L au point de contrôle R3.

8.1.4 Les outils utilisés pour l'évaluation des impacts

Un modèle d'impact radiologique se base sur un jeu d'hypothèses, de données et d'équations mathématiques qui vise à définir les conséquences quantitatives (en dose) sur un groupe de référence d'un rejet de radioactivité dans l'atmosphère (exprimé en Bq).

De manière générale, le modèle de l'impact des rejets atmosphériques peut être décomposé en deux sous-modèles qui se complètent :

- un modèle de dispersion atmosphérique qui traduit le transport et le dépôt des particules radioactives vers l'environnement. Ce modèle permet d'établir une concentration atmosphérique d'activité en Bq/m³ dans l'air et un dépôt surfacique en Bq/m² en fonction de la distance du point de rejet ;
- un modèle de biosphère qui traduit les expositions du groupe de référence par le biais de transfert dans l'environnement et permet d'obtenir une dose (Sievert).

La dispersion atmosphérique a été modélisée à l'aide du logiciel développé par ARIA Technologies : ARIA Impact™ version 1.8 basé sur un modèle de type gaussien.

Le modèle biosphère utilisé pour évaluer l'impact de l'ensemble des rejets est l'outil CADHO développé par l'Andra.

Les résultats obtenus par CADHO ont été vérifiés à l'aide d'un code tierce. Il s'agit de la plateforme CERES® (Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires) développé par le CEA sauf pour les rejets en mer qui ont été vérifiés à l'aide d'un fichier Excel®.

8.2 Évaluation de l'impact radiologique des rejets

8.2.1 Évaluation de l'impact radiologique des rejets diffus

8.2.1.1 Évaluation des émissions atmosphériques diffuses annuelles

Le tritium et le radon, éléments radioactifs gazeux issus des ouvrages de stockage, sont susceptibles d'être présents dans l'air par rejet diffus (via les 24 chambres de drainage et par la bouche d'aérage de la galerie du RSGE).

Le Tableau 8-1 présente les résultats de l'évaluation des émissions gazeuses diffuses du CSM.

Tableau 8-1 Estimation des émissions « diffuses » du CSM

Paramètre	Quantité rejetée en GBq/an
HTO	414
Radon	763

8.2.1.2 Évaluation des expositions

À partir des données précédentes et en appliquant la méthode de calcul décrite dans la mise à jour de l'étude d'impact (34), les résultats obtenus sont les suivants.

Le Tableau 8-2 présente les impacts dosimétriques des émissions atmosphériques « diffuses » en tritium du CSM pour le groupe de référence « multi activités » considéré comme étant localisé au Hameau Es Clèrges », pour les trois classes d'âge définies précédemment.

Tableau 8-2 Évaluation des expositions maximales des individus du groupe de référence « Multiactivités » du Hameau Es Clèrges dues aux émissions diffuses en tritium

Individus concernés	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 an
Dose maximale pour les émissions diffuses en tritium (mSv/an)	2,70E-05	5,70E-05	1,50E-04

Concernant le radon, le Tableau 8-3 présente la concentration volumique en radon évaluée après transfert atmosphérique jusqu'au Hameau Es Clèrges. Pour le radon, l'Andra se réfère à la valeur de référence de concentration dans l'air (300 Bq/m³ de l'article R. 1333-28 du code de la santé publique).

Tableau 8-3 Concentration volumique en radon estimée au Hameau Es Clèrges due aux émissions diffuses en radon

Localisation	Concentration en radon estimée (Bq/m ³)	Niveau de référence en radon de de l'article R. 1333-28 du code de la santé publique (Bq/m ³)
Hameau Es Clèrges	9,7E-03	300

La concentration volumique en radon estimée au hameau Es Clèrges due aux émissions diffuses en radon du CSM est très inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m³, l'impact radiologique est donc négligeable.

8.2.2 Évaluation de l'impact radiologique des rejets en mer

8.2.2.1 Les flux des rejets en mer

Les données d'entrée issues de la surveillance du site et de son environnement en 2024 sont récapitulées dans le Tableau 8-4 pour les rejets en mer. Les quantités rejetées sont calculées à partir des données mensuelles de la surveillance (cf. Tableau 10-17).

Tableau 8-4 Quantités rejetées à l'exutoire des effluents à risques (BDS) en 2024

Paramètres	Quantités rejetées en Bq/an
Tritium	2,7E+09
Émetteurs alpha (^{239}Pu)	2,0E+06
Émetteurs bêta/gamma (^{60}Co)	1,4E+07

8.2.2.2 Évaluation de la dose efficace totale annuelle générée par les rejets liquides

La dose associée à chaque radionucléide pour chaque classe d'âge concernant les rejets en mer est donnée dans le Tableau 8-5.

Tableau 8-5 Évaluation des expositions maximales dues aux rejets liquides en mer pour les trois classes d'âge en mSv/an

Radionucléide	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 an
Tritium	6,7E-13	4,8E-13	1,9E-13
Émetteurs alpha (^{239}Pu)	5,9E-09	4,2E-9	1,2E-10
Émetteurs bêta/gamma (^{60}Co)	5,1E-09	1,1E-8	3,8E-10
Total (mSv/an)	1,1E-08	1,5E-8	5,0E-10

8.2.3 Évaluation de l'impact radiologique dans le Grand-Bel

8.2.3.1 La concentration moyenne annuelle de tritium

Les données d'entrée issues de la surveillance du site et de son environnement en 2024 sont récapitulées dans le Tableau 8-6 pour le suivi du tritium dans le Grand-Bel. La concentration moyenne annuelle est calculée à partir des données de la surveillance mensuelle (cf. Tableau 7-3).

Tableau 8-6 Concentration moyenne annuelle de tritium dans le Grand-Bel au point de contrôle R3

Paramètres	Concentration moyenne en Bq/L
Tritium	139

8.2.3.2 Évaluation de la dose efficace totale générée au Grand-Bel

La dose associée à chaque radionucléide pour chaque classe d'âge concernant les rejets en mer est donnée dans le Tableau 8-7.

Tableau 8-7 *Évaluation des expositions dues au marquage du ruisseau du Grand-Bel pour les trois classes d'âge en mSv/an*

Radionucléide	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 an
Tritium (mSv/an)	7,2E-05	9,5E-05	3,7E-04

8.3 Conclusion

Les expositions dues aux émissions gazeuses diffuses provenant du CSM sont très faibles ; en tout état de cause, les doses sont très inférieures au $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ce qui concerne le tritium. Pour ce qui concerne le radon, les concentrations sont très inférieures au niveau de référence de l'arrêté du 20 février 2019 (34) et aux concentrations naturelles.

Les expositions dues aux rejets liquides en mer du CSM sont très faibles ; les doses reçues par la population sont très inférieures au $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Les expositions dues au marquage en tritium du ruisseau du Grand-Bel sont très faibles ; les doses reçues par la population sont inférieures au $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Le Tableau 8-8 récapitule les doses efficaces liées aux rejets du Centre dans l'environnement en fonction des classes d'âges.

Tableau 8-8 *Évaluation des expositions cumulées des individus exposés aux différentes émissions en mSv/an*

	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 an
Dose associée aux rejets gazeux diffus en tritium	2,7E-05	5,7E-05	1,5E-04
Dose associée aux rejets en mer	1,1E-08	1,5E-8	5,0E-10
Dose associée au marquage du ruisseau du Grand-Bel	7,2E-05	9,5E-05	3,7E-04
Dose totale (mSv/an)	9,9E-05	1,5E-04	5,2E-04

En 2024, l'impact des rejets du CSM sur le groupe de référence calculé à partir des données issues de la surveillance est évalué à 0,10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un adulte, 0,15 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un enfant de 10 ans et de 0,52 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un enfant d'un an. Ces valeurs sont très inférieures à la valeur limite de 1 mSv/an fixée pour le public dans le Code de la Santé publique (article R.1333-8 et suivants) et à la contrainte de dose définie par l'Andra.

9

Conclusion

Le bilan de la surveillance du CSM et de son environnement pour l'année 2024 fait ressortir les éléments suivants :

- l'impact des rejets du Centre sur l'environnement et les populations du groupe de référence est estimé, à 0,10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un adulte, 0,15 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un enfant de 10 ans et de 0,52 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un enfant d'un an. Ces résultats sont très inférieurs à la limite réglementaire d'exposition du public (1 mSv/an) ;
- les seuils radiologiques et physico-chimiques prescrits aux exutoires des eaux pluviales (CMG) et des effluents à risque (BDS) de l'arrêté d'autorisation de rejets du 10 janvier 2003 (1) sont respectés ;
- la contamination en tritium de la nappe sous-jacente au Centre est en diminution en 2024 (809 Bq/L pour 955 Bq/L en 2023). L'indicateur de suivi du tritium dans la nappe phréatique traduit les inflexions de tendance observées par secteur. Il est toutefois à noter que certains piézomètres situés à l'ouest et au nord-ouest du site présentent des augmentations sensibles ;
- l'évolution de l'activité tritium des ruisseaux se traduit ainsi :
 - ✓ la concentration volumique du tritium dans la Sainte-Hélène présente une légère augmentation entre 2023 et 2024 avec une concentration moyenne inférieure à 20 Bq/L. Cette activité tritium moyenne, cohérente avec les rejets d'eau pluviale au point de contrôle GPNE, l'est également avec le marquage tritium provenant de l'exhaure des eaux souterraines ;
 - ✓ l'activité radiologique moyenne du tritium au Grand-Bel continue à s'inscrire dans une tendance à la baisse (139 Bq/L en 2024 pour 162 Bq/L en 2023) et en cohérence avec la tendance observée dans les eaux souterraines au droit du Centre.
- d'un point de vue hydraulique, le bon comportement de la couverture se confirme et se traduit par un taux d'infiltration de :
 - ✓ 0,078 L/m²/an drainés par les 107 BRS raccordés à l'exutoire BRS0 ;
 - ✓ 0,18 L/m²/an drainés par l'ensemble des drains sous membrane.

À ces volumes s'ajoutent 1,07 L/m²/an atteignant la nappe, évalués à partir de l'activité mesurée au niveau du pompage EEV-SE. Il est à noter que ce calcul est empreint d'une forte incertitude.

Au final, la performance calculée de la couverture atteint 1,33 L/m²/an, provenant majoritairement de l'estimation de l'infiltration vers le massif géologique.

- les suivis radiologique, physico-chimique, hydrologique et écologique menés sur les ruisseaux et leurs écosystèmes aquatiques montrent que les rejets liquides du Centre n'ont pas d'impact notable sur l'environnement aquatique ;
- concernant le comportement mécanique de la couverture, les tassements observés sur la partie sommitale de la couverture évoluent très peu et restent compatibles avec les critères retenus vis-à-vis des propriétés d'étanchéité de la membrane sous extension. L'interprétation des mesures topographiques effectuées sur les profils en piquets et cibles et les observations de terrain montrent un ralentissement progressif des déplacements confirmant la consolidation lente des talus après les travaux de confortement.

10

Annexes

10.1	Méthodologie des prélèvements	182
10.2	Les laboratoires d'analyses	185
10.3	La préparation des échantillons	186
10.4	Les techniques des laboratoires	186
10.5	Méthodologie pour le prélèvement et l'analyse tritium dans le cadre du suivi de la stratification	189
10.6	Rendu des résultats et interprétation	189
10.7	Protocole d'échange de données	191
10.8	Bilan des analyses 2024	192
10.9	Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2024	194
10.10	Evolution de l'indicateur tritium dans la nappe au droit du Centre depuis 1996	253
10.11	Méthodologie d'estimation du calcul d'infiltration vers le massif géologique à travers la couverture en exploitant les mesures faites dans la nappe	254
10.12	Erratum bilan 2023	255

10.1 Méthodologie des prélèvements

10.1.1 Référentiels

Les prélèvements sont réalisés conformément aux dispositions normatives. L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence du résultat d'analyse. Chaque prélèvement doit être représentatif du paramètre à analyser. Chaque équipe de préleveurs dispose de ses propres modes opératoires qui s'appuient sur les guides et les normes établis par l'AFNOR et l'ISO. Les guides méthodologiques inter-exploitant (35, 36), qui confrontent les pratiques de plusieurs exploitants, sont également une source de recommandations dans le domaine des prélèvements en lien avec la surveillance radiologique.

10.1.2 Stratégie et programme d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage ainsi que les fréquences de prélèvements se conforment aux exigences réglementaires et sont définies dans le PRS (8). Les quantités prélevées sont définies par les laboratoires conformément à leurs besoins.

En fonction des analyses à réaliser et des objectifs de la mesure, l'échantillonnage est ponctuel, par aliquote et/ou en continu. L'échantillon aliquote est constitué d'un ensemble d'échantillonnages ponctuels effectués à une fréquence asservie soit au temps écoulé soit au volume passé.

Les points de contrôle liés à la surveillance du CSM sont présentés dans le Tableau 10-1.

Tableau 10-1 Matrice et points de contrôle associés à la surveillance radiologique et chimique

Matrice surveillée	Référence du point de prélèvement	Localisation/caractéristique
Eaux pluviales	CMG	Exutoire des eaux pluviales
Eaux de drainage couverture	RP300	Exutoire des eaux de drainage couverture
Effluents à risques	BDS	Exutoire des effluents à risque
	BRS0 et BRS0bis	Exutoire des RSGE
	BRS-OU	Point de contrôle des effluents circulant dans le RSGE ouest et central
	BRS-ES	Point de contrôle des effluents circulant dans le RSGE est
	BRSXXX	Point de contrôle des drains sous ouvrages
	RD12	Exutoire des eaux du drainage profond
	RD24	Regard récupérant des eaux venant des drains de soubassement ou des ouvrages
	RD23, RD22, RD21, RD20, RD19, RD18, RD17, RD13, RD3	Points de contrôle du drainage profond
Pluie	PH1	Station météo

Matrice surveillée	Référence du point de prélèvement	Localisation/caractéristique
Eaux souterraines	POXXX, PZXXX	Piézomètres
Eaux de surface	R1, R1-10	Ruisseau des Roteures
	R3	Ruisseau du Grand-Bel
	R6, R6-10	Ruisseau de la Sainte-Hélène
Sédiment	SCMG	Sédiment de la fosse de tranquillisation de la CMG
	SR1	Sédiment du ruisseau des Roteures
	SR3	Sédiment du ruisseau du Grand-Bel
	SR6, SR6-10	Sédiment du ruisseau de la Sainte-Hélène
Végétaux	V1 et V2	Fraction aérienne des végétaux de la couverture
Poussières atmosphériques	AS1	Prélèvements sur filtres, à la station météo
Air		Barboteur tritium à la station météo
Rayonnement gamma ambiant	D1, D5, D7, D9, D11, D14, D17, D18, D19, D21, Dstation	Dosimètres en clôture et à la station météo
	Rn1N, Rn2S	Mesure du radon au nord et au sud du Centre

10.1.3 Matériels de prélèvements et de mesures *in situ*

Le choix des techniques d'échantillonnage est guidé par l'objectif du prélèvement, les ressources économiques et humaines et la sécurité du personnel.

En plus du petit matériel (éprouvettes de classe A, flacons inertes chimiquement...), des équipements plus spécifiques sont utilisés selon la matrice prélevée ; ce matériel est détaillé dans le Tableau 10-2. Il s'agit d'équipements manuels ou automatiques.

Tableau 10-2 Liste des matériels utilisés pour la réalisation des prélèvements et des mesures in situ

Matrice	Dispositifs de prélèvements et/ou de mesures
Pluie	Pluviomètre à lecture directe muni d'un entonnoir gradué en plastique transparent
	Collecteur en inox de 1 m ²
Eaux pluviales	Préleveur automatique réfrigéré
	Débitmètre électromagnétique
Eaux de drainage couverture	Préleveur automatique réfrigéré
	Débitmètres enregistreurs sur canal Venturi
	Débitmètres à augets basculeurs
Effluents à risques	Préleveur automatique réfrigéré
	Débitmètres électromagnétiques et à canal Venturi
	Pompe et vannes pointeaux
Eaux souterraines	Tube échantillonneur
	Sonde de mesure de hauteur de nappe
Eaux de surface	Flacon plastique avec perche télescopique
Sédiments	Seau, pelle
Végétaux	Ciseaux
Air	Préleveur atmosphérique EAS70K et filtres de cellulose
	Barboteur tritium Marc 7000
	Dosimètres passifs environnementaux

Chaque équipement est assigné à un point de prélèvement dédié. Un programme annuel de maintenance, d'étalonnage et/ou de vérification est défini et mis en œuvre.

Une fois le prélèvement réalisé, il est rapidement conditionné pour limiter toute dégradation. Pour la mesure de tritium, les flacons sont remplis au maximum pour limiter les échanges gazeux.

10.1.4 Identification, conservation et transport

Chaque prélèvement est associé à une fiche de prélèvement qui permet de renseigner l'ensemble des informations exigées.

La nature des flacons (plastique, verre...) et le volume prélevé dépendent des analyses à réaliser ; ils sont choisis en accord avec les référentiels des laboratoires réalisant les analyses. Chaque flaconnage est identifié de façon unique. Dans certains

cas, l'ajout d'un agent de conservation (acide, base...) est réalisé afin de stabiliser l'élément à analyser ; ces pratiques suivent les recommandations des laboratoires réalisant les analyses.

La manipulation, la conservation et le transport des échantillons respectent les exigences de la norme NF EN ISO 5667-3 (37) et permettent de préserver les propriétés intrinsèques à chaque échantillon. Si besoin, les échantillons sont conservés à l'abri de la lumière et dans des enceintes réfrigérées (entre 1 °C et 5 °C).

Le transport est effectué en moins de 48 h (J+1) dans des conditionnements permettant de conserver leur intégrité et le maintien des températures en dessous de 8 °C.

10.2 Les laboratoires d'analyses

Les échantillons sont confiés à différents laboratoires d'analyses. Les laboratoires retenus pour réaliser les mesures sont présentés dans le Tableau 10-3.

Tableau 10-3 Liste des laboratoires participant à la surveillance du CSM

Laboratoire	Qualifications	Analyses réalisées
Algade - LED	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n° 1-1039	Mesure du radon
ASPECT	Agréments du ministère de l'Environnement Accréditation Cofrac n° 1-1080	Mesures physico-chimiques
EUROFINS (EICHROM)	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n° 1-6490	Analyses radiologiques à bas seuils (fréquence annuelles et semestrielles) : toutes techniques
Laboratoire Andra du CSA (LAC)	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Conforme à la norme NF EN ISO/IEC 17025	Analyses courantes radiologiques : indices alpha et beta globaux, tritium, émetteurs alpha, spectrométrie gamma, potassium
Orano Recyclage La Hague : laboratoire de dosimétrie	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Conforme à la norme NF EN ISO/IEC 17025	Mesure de la dosimétrie ambiante
Orano Recyclage La Hague : laboratoire FA_MA	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Conforme à la norme NF EN ISO/IEC 17025	Analyses radiologiques des échantillons issus du protocole d'échange de données (cf. paragraphe 10.7)
SMART de SUBATECH	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n° 1-7229	Participe aux analyses croisées radiologiques
SGS	Accrédité Dakks	Sous-traitant d'Aspect pour la mesure des HAP

10.3 La préparation des échantillons

La plupart des analyses nécessitent une préparation physique : filtration, concentration, séchage, calcination, séparation chimique... Si une fraction de l'échantillon doit être prélevée, il faut s'assurer de la bonne homogénéisation de ce dernier.

10.3.1 Prétraitement sur les eaux

10.3.1.1 Filtration

Certaines mesures nécessitent une filtration (analyse de la fraction soluble et/ou de la fraction insoluble). Cette opération est faite *in situ* quand cela est possible, ou rapidement après réception au laboratoire des échantillons. Le seuil de coupure utilisé est de 0,45 µm.

10.3.1.2 Concentration

Pour atteindre des seuils de décision les plus bas possible en spectrométrie gamma, une concentration est nécessaire. L'échantillon d'eau (4 litres) est évaporé doucement (température inférieure à 85 °C) sur des bacs à sable jusqu'à un volume de 500 ml. Cette phase de concentration ne peut être réalisée que sur des échantillons peu chargés. En cas de présence importante de sel, des précipités peuvent apparaître ; dans ce cas, la concentration doit se faire jusqu'à sec.

10.3.2 Prétraitement sur les solides

10.3.2.1 Séchage, broyage, calcination

Les sédiments subissent un prétraitement avant analyses selon la norme NF ISO 18589-2 (38) : il s'agit d'un séchage à l'étuve ventilée, d'un broyage et d'un tamisage à 200 µm.

Les végétaux sont également séchés à l'étuve, puis calcinés afin de concentrer la radioactivité contenue dans les échantillons.

10.3.2.2 Mise en solution

En dehors des mesures directes (spectrométrie gamma ou mesure par compteurs proportionnels), les échantillons solides doivent être solubilisés. Ils sont mis en solution par attaque acide.

10.4 Les techniques des laboratoires

10.4.1 Méthodes pour les mesures radiologiques

La liste des méthodes utilisées par les laboratoires de mesures radiologiques est donnée dans le Tableau 10-4.

Les analyses radiologiques courantes (indices alpha et bêta globaux, tritium et potassium) permettent d'avoir des résultats rapides et permettent de détecter une augmentation de l'ambiance radioactive d'un milieu.

L'activité alpha globale est représentative de l'activité de l'ensemble des radionucléides émetteurs de rayonnement alpha de même l'activité bêta globale est représentative de l'activité de l'ensemble des radionucléides émetteurs de rayonnements bêta. Toutefois, ces indices ne permettent pas de déterminer les radionucléides présents. Les radionucléides volatiles ne sont pas comptabilisés par cette technique.

Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont donnés en équivalent ^{90}Sr pour la mesure bêta global et en équivalent ^{239}Pu pour la mesure alpha global.

La recherche des émetteurs alpha et des émetteurs bêta nécessite une séparation radiochimique avant comptage en spectrométrie alpha ou en scintillation liquide.

Tableau 10-4 Liste des méthodes utilisées pour les mesures radiologiques

Matrice	Paramètres	Normes	Méthode
Eaux	Indices alpha et bêta globaux	NF EN ISO 10704	Compteur proportionnel, dépôt sur coupelle
	Tritium	NF ISO 13168 NF EN ISO 9698	Scintillation liquide
	Carbone 14	NF M60 320 NF EN ISO 13162	Scintillation liquide
	Émetteurs gamma	NF EN ISO 10703	Spectrométrie gamma
	Strontium 90	NF EN ISO 13160	Scintillation liquide
	Nickel 63	NF M60 317	Scintillation liquide
	Plutonium 241	NF M60 328	Scintillation liquide
	Chlore 36, technétium 99, samarium 151	Méthode interne	Scintillation liquide
	Isotopes de l'uranium	NF ISO 13166	Spectrométrie alpha
	Américium 241, isotopes du plutonium, isotopes du curium	NF ISO 13167	Spectrométrie alpha
	Radium 226, Thorium 232	Méthode interne	Spectrométrie alpha
	Nickel 59	Méthode interne	Spectrométrie gamma
Sédiments	Émetteurs gamma	NF EN ISO 18589-3	Spectrométrie gamma
	Indices alpha et bêta globaux	NF EN ISO 18589-6	Compteur proportionnel, dépôt sur coupelle après calcination
	Strontium 90	NF EN ISO 18589-5	Scintillation liquide
	Carbone 14	NF M60 812-2	Scintillation liquide
	Chlore 36, nickel 63, technetium 99, samarium 151, plutonium 241	Méthode interne	Scintillation liquide
	Isotopes du plutonium	NF EN ISO 18589-4	Spectrométrie alpha
	Isotopes de l'uranium, américium 241, thorium 232 et isotopes du curium	Méthode interne	Spectrométrie alpha
	Nickel 59	Méthode interne	Spectrométrie X
Air/filtre	Indices alpha et bêta globaux	Méthode interne basée sur la norme NF EN ISO 10704	Compteur proportionnel
Végétaux	Émetteurs gamma	NF EN ISO 18589-3	Spectrométrie gamma

10.4.2 Méthodes pour les mesures physico-chimiques

Conformément aux dispositions de l'arrêté dit « RSDE » du 24 août 2017 (39), les teneurs en métaux des eaux de l'environnement sont mesurées, après filtration *in situ*, sur la partie soluble des échantillons.

La liste des méthodes utilisées par les laboratoires de mesures physico-chimiques est donnée dans le Tableau 10-5.

Tableau 10-5 Liste des méthodes utilisés pour les mesures physico-chimiques

Matrice	Paramètre	Norme	Méthode
Eaux	pH	NF EN ISO 10523	
	Conductivité	NF EN 27888	
	Potentiel d'oxydo-réduction	Méthode interne	Électrochimie
	Oxygène dissous	NF EN ISO 5814	Électrochimie
	Demande biochimique en oxygène (DBO5)	NF EN 1899-2	
	Demande chimique en oxygène (DCO)	ISO 15705	
	MES	NF EN 872	Filtration, pesage
	Carbone organique total (COT) et carbone organique dissous (COD)	NF EN 1484	
	Azote Kjeldahl (NTK)	NF EN 25663	
	Potassium	NF EN ISO 11885	ICP-OES
	Métaux	NF EN ISO 11885	ICP-OES
	Nitrates	Méthode interne	Électrophorèse capillaire
	Nitrites	NF EN 26777	Spectrométrie d'absorption moléculaire
	Phosphates	Méthode interne	
	Mercure	NF EN ISO 12846	Spectrométrie d'absorption atomique
	Chlorures	Méthode interne	
	Sulfates	Méthode interne	Électrophorèse capillaire
	Hydrocarbures totaux (HCT)	DIN EN ISO 9377-2	Extraction au solvant et CPG
	Cyanures (CN)	NF T90-107	
	HAP	DIN ISO 28540	Chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse

Matrice	Paramètre	Norme	Méthode
Sédiments	Granulométrie	DIN 18123	
	Carbone organique total (COT)	DIN ISO 10694	
	Métaux	DIN EN ISO 17294	ICP-MS
	Mercuré	DIN EN ISO 12846	SAA
	Cyanures totaux	DIN ISO 17380	Méthode d'analyse en flux continu
	Hydrocarbures totaux (HCT)	DIN EN ISO 16703	Chromatographie en phase gazeuse

10.5 Méthodologie pour le prélèvement et l'analyse tritium dans le cadre du suivi de la stratification

Tous les cinq ans, le PO113, le PO120, le PO132, le PO133, le PO136, le PO142, le PO143, et le PO156 sont analysés pour suivre le gradient de concentration volumique en tritium le long de la colonne d'eau. Quatre campagnes de prélèvements, réparties au cours de l'année sont réalisées. A chaque période, 4 prélèvements à 3 profondeurs différentes sur les 8 piézomètres identifiés ci-dessus sont effectués.

Une mesure de hauteur de nappe est réalisée avant le prélèvement.

L'échantillonnage des eaux souterraines est réalisé avec un dispositif permettant une prise directe à la profondeur explorée. Il s'agit d'un tube de prélèvement à clapet d'un volume utile de 0,6 litre (ou 1,2 L selon le préleveur à messenger utilisé). Le dispositif initialement ouvert est immergé puis refermé à l'aide d'un messenger à la profondeur souhaitée.

Afin de ne pas perturber la colonne d'eau, les prélèvements sont réalisés de la première profondeur vers le niveau le plus profond.

La première profondeur de prélèvement choisie (P1) correspond à celle établie par l'Andra dans le cadre de sa propre surveillance. La deuxième profondeur 2 (P2) est une profondeur intermédiaire placée aux environs des 2/3 du forage, la troisième profondeur (P3) correspond aux derniers mètres du forage.

Au laboratoire, la mesure du tritium se fait par scintillation liquide après distillation de l'échantillon pour s'affranchir des autres émetteurs bêta naturels présents dans l'eau de nappe.

10.6 Rendu des résultats et interprétation

L'ensemble des résultats est comparé aux seuils réglementaires quand ils existent et dans tous les cas aux valeurs des années précédentes.

Chaque résultat est donné avec son unité de mesure.

10.6.1 Mesures radiologiques

Les résultats des mesures non significatives sont exprimés en inférieur ou égal (« ≤ ») au seuil de décision (SD) conformément à la décision ASN n° 2008-DC-0099 modifiée du 29 avril 2008 (40). Le SD est la valeur en dessous de laquelle l'activité de

l'échantillon est trop faible pour être estimée. Ce SD dépend de la performance technique des appareils et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. Une activité mesurée, supérieure aux SD, est dite « significative ».

Le calcul des relâchements en activités prend en compte les SD pour les activités volumiques non significatives.

À chaque résultat significatif est associée une incertitude. Cette incertitude est liée aux méthodes d'analyses du laboratoire (statistique de comptage, appareils de mesures ...) et ne tient pas compte de l'incertitude sur les prélèvements.

L'arrêté de rejet du 10 janvier 2003 (1) fixe, pour certains paramètres radiologiques, des valeurs limites que doivent respecter les effluents liquides avant rejet. Les résultats de la surveillance présentés dans ce bilan sont ainsi systématiquement comparés à ces valeurs.

Les résultats des mesures à bas seuils des isotopes de l'uranium sont interprétés en regard des rapports des activités, dont les deux principaux isotopes sont l' ^{234}U et l' ^{238}U . Le Tableau 10-6 donne les rapports naturels des différents isotopes (état d'équilibre naturel).

Tableau 10-6 Rapports naturels des activités des isotopes de l'uranium

	Rapport des activités
$^{238}\text{U}/^{234}\text{U}$	1
$^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$	21

10.6.2 Mesures physico-chimiques

Les résultats des mesures non significatives sont exprimés en inférieur (« < ») à la limite de quantification (LQ).

À chaque résultat significatif est associée une incertitude.

Le flux annuel des éléments chimiques est calculé à partir de la concentration volumique et du volume associé. Quand le résultat est <LQ, la valeur de la LQ/2 est prise en compte dans l'estimation des flux conformément à l'article 3.2.7 de la décision environnement (3).

L'arrêté de rejet du 10 janvier 2003 (1) fixe, pour certains paramètres chimiques, des valeurs limites que doivent respecter les effluents liquides avant rejet. Les résultats de la surveillance présentés dans ce bilan sont ainsi systématiquement comparés à ces valeurs.

Les concentrations mesurées dans les différents compartiments aqueux sont comparées, à titre indicatif, aux valeurs fixées par l'arrêté du 11 janvier 2007 (23) relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. Cependant, ces valeurs guides ne peuvent constituer que des valeurs repères, et en aucun cas un référentiel absolu ou une limite réglementaire pour les eaux du Centre ou de son environnement naturel.

Dans le cas des eaux de surface, les concentrations mesurées sont également comparées aux Normes de qualité environnementale (NQE) établies dans le cadre de l'application de la Directive cadre sur l'eau (DCE) et définies dans l'arrêté du 25 janvier 2010 (30) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement.

Dans le cas des eaux souterraines, les concentrations mesurées sont comparées aux Normes de qualité environnementale (NQE) définies dans l'arrêté du 17 décembre 2008 (25) établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

En ce qui concerne les sédiments, les résultats d'analyses sont comparés à titre indicatif aux critères définis dans le tableau 4 de l'arrêté du 09 août 2006 (22).

Le niveau S1 du tableau 4 de l'arrêté du 09 août 2006 (22) permet d'apprécier la qualité des sédiments extraits des cours d'eau ou canaux en regard de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R214-1 du code de l'environnement. Les

valeurs de référence de la qualité des sédiments sont données pour les paramètres suivis dans les sédiments sur le CSM dans le Tableau 10-7.

Tableau 10-7 Niveaux relatifs aux éléments et composés traces dans les sédiments

Groupes	Substances	Niveau S1 mg/kg sec
Métaux	Arsenic	30
	Cadmium	2
	Chrome	150
	Cuivre	100
	Mercure	1
	Plomb	100
	Zinc	300
Composés organiques	Somme des HAP	22,8

10.7 Protocole d'échange de données

Les résultats des mesures radiologiques dans l'environnement du CSM font l'objet, pour partie, d'un protocole d'échange de données avec Orano Recyclage La Hague. Les points de prélèvement concernés sont :

- les eaux de drainage du bâtiment EEV-SE, le point EVT-7 ;
- les eaux souterraines, les piézomètres commençant par PZ ;
- les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène, le point SR6 ;
- les eaux pluviales à l'exutoire de l'établissement Orano Recyclage La Hague, point GPNE.

10.8 Bilan des analyses 2024

10.8.1 Nombre de prélèvements et d'analyses réalisés

Pour réaliser l'ensemble des analyses décrites dans le PRS (8), les opérateurs en charge des prélèvements ont réalisé 2 246 échantillonnages au cours de l'année 2024. Ces échantillonnages tiennent compte également des contrôles croisés et des résultats fournis par Orano Recyclage dans le cadre du protocole d'échanges de données (12).

Sur ces échantillons ont été réalisées environ 12 686 analyses dont environ 80 % sont des analyses radiologiques et 20 % sont des analyses physico-chimiques.

Les analyses radiologiques sont dans la majorité des cas des analyses dites courantes ou de routine (92 %) :

- mesure des indices alpha et bêta globaux (eau et air) ;
- mesure du tritium (eau) ;
- détermination du potassium (eau) ;
- mesure par spectrométrie gamma (végétaux) ;
- détermination du débit de dose ambiant (air).

10.8.2 Intégration des résultats dans le RNM

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM), institué par les articles R. 1333-25 et R. 1333-26 du Code de la santé publique, a été créé en 2009 dans le but de mettre à la disposition du public, sur un site internet dédié¹⁴, l'ensemble des résultats des mesures de la radioactivité de l'environnement réalisées par les différents acteurs (exploitants nucléaires, laboratoires publics ou privés, associations, IRSN, ASN, etc.) sur l'ensemble du territoire français. Le dispositif d'agrément des laboratoires délivré par l'ASN selon la procédure prévue par la décision n° 2008-DC-0099 (40) de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée permet de garantir la qualité et la fiabilité de ces résultats de mesures.

Au titre de la surveillance de l'environnement du CSM réalisée en application de l'arrêté rejets (1) et de la décision environnement (3), l'ensemble des résultats de mesures de l'année 2024 a bien été transmis et figure bien dans la base de données mise à disposition du public sur le site internet¹⁴. Le nombre total de résultats d'analyses est présenté dans le Tableau 10-8.

¹⁴ <https://www.mesure-radioactivite.fr>

Tableau 10-8 Nombre de résultats importés sur le site du RNM par type matrice et type d'analyse

Matrice	Mois de prélèvement												Total général
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
air,gaz, poussières													
Alpha global à t > 5 jours	23	21	21	22	20	20	22	22	21	23	21	21	257
Beta global à t > 5 jours	23	21	21	22	20	20	22	22	21	23	21	21	257
Débit de dose gamma ambiant	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	132
Tritium gazeux (HT)	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	53
Eau tritiée (HTO)	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	53
Sédiments SR3													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5			5			5		20
Sédiments SR6													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5			5			5		20
spectrométrie alpha trimestrielle		2			2			2			2		8
Sédiments SR6-10													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5			5			5		20
spectrométrie gamma annuelle						11							11
spectrométrie alpha annuelle						6							6
Strontium 90 annuel						1							1
eau de nappe													
Alpha global	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	382
Beta global	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	382
Tritium total	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	382
Spectrométrie gamma annuelle				168									168
Emetteurs bêta annuels (H3, C14, Sr90, Tc99)				48									48
eau de pluie													
Alpha global	5	4	4	4	4	2	5	4	5	4	4	5	50
Beta global	5	4	4	4	4	2	5	4	5	4	4	5	50
Tritium total	5	4	4	4	4	2	5	4	5	4	4	5	50
eau de surface													
Alpha global	25	20	20	25	20	20	25	20	20	25	20	25	265
Beta global	25	20	20	25	20	20	25	20	20	25	20	25	265
Tritium total	25	20	20	25	20	20	25	20	20	25	20	25	265
Spectrométrie gamma annuelle						22							22
Emetteurs bêta annuels (H3, C14, Sr90, Tc99)						8							8
Spectrométrie alpha annuelle						16							16
Herbes V1													
spectrométrie gamma mensuelle	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Herbes V2													
spectrométrie gamma mensuelle	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Total général	238	300	214	494	229	315	236	302	219	278	231	279	3335

10.9 Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2024

10.9.1 Résultats du point de contrôle CMG

Tableau 10-9 Résultats des analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

Point de prélèvement	Date de Prélèvement	Indice alpha global (Bq/L)	Indice bêta global (Bq/L)	bêta hors ⁴⁰ K (Bq/L)	Tritium (Bq/L)	Potassium m (mg/L)	pH	Volume rejeté (m ³)
CMG	04/01/24	≤ 1,5E-02	6,0E-02	3,7E-02	5,6E+00	1,16	7,8	3889,70
	07/01/24	≤ 1,5E-02	7,8E-02	4,6E-02	8,1E+00	1,16	7,9	1350,82
	10/01/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/01/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/01/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/01/24	≤ 1,6E-02	9,5E-02	5,8E-02	3,8E+00	1,34	8,1	246,88
	22/01/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/01/24	≤ 1,5E-02	8,4E-02	4,7E-02	5,9E+00	1,34	8,1	102,05
	28/01/24	≤ 1,5E-02	8,6E-02	4,1E-02	6,8E+00	1,60	8,2	103,12
	01/02/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	04/02/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	07/02/24	2,6E-02	1,0E-01	5,5E-02	1,2E+01	1,60	8,2	9,16
	10/02/24	2,1E-02	9,8E-02	6,2E-02	7,1E+00	1,29	8,0	1253,53
	13/02/24	1,9E-02	8,6E-02	4,5E-02	8,3E+00	1,47	8,1	32,86
	16/02/24	≤ 1,5E-02	1,2E-01	7,7E-02	4,1E+00	1,38	8,1	160,46
	19/02/24	≤ 1,5E-02	1,0E-01	6,5E-02	5,5E+00	1,38	8,0	1430,24
	22/02/24	2,3E-02	9,8E-02	6,0E-02	7,6E+00	1,36	8,1	779,32
	25/02/24	≤ 1,5E-02	1,1E-01	8,0E-02	9,2E+00	1,19	8,0	2168,24
	28/02/24	2,3E-02	8,8E-02	5,3E-02	6,7E+00	1,26	8,0	1107,29
	01/03/24	≤ 1,4E-02	5,1E-02	< 3,6E-02	5,8E+00	0,99	7,9	1974,55
	04/03/24	2,2E-02	1,2E-01	8,7E-02	4,3E+00	1,17	8,0	1539,20
	07/03/24	2,4E-02	1,2E-01	8,9E-02	7,1E+00	1,21	8,1	268,07
	10/03/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/03/24	1,9E-02	1,2E-01	8,1E-02	5,1E+00	1,21	8,1	33,94
	16/03/24	≤ 1,4E-02	8,6E-02	6,0E-02	3,2E+00	0,94	8,1	321,14
	19/03/24	2,3E-02	1,2E-01	9,0E-02	4,4E+00	1,08	8,2	21,01
	22/03/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/03/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	28/03/24	2,1E-02	1,2E-01	8,4E-02	7,4E+00	1,40	8,2	90,44
	01/04/24	≤ 1,5E-02	9,8E-02	6,9E-02	4,5E+00	1,04	8,1	101,23
	04/04/24	≤ 1,4E-02	7,8E-02	4,7E-02	3,0E+00	1,12	7,9	383,57
	07/04/24	≤ 1,5E-02	5,0E-02	< 3,6E-02	3,4E+00	1,39	8,2	147,32
	10/04/24	≤ 1,4E-02	8,0E-02	3,9E-02	3,6E+00	1,47	8,0	58,42
	13/04/24	≤ 1,5E-02	8,7E-02	4,9E-02	3,6E+00	1,35	8,1	8,72
	16/04/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/04/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	22/04/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/04/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	28/04/24	2,1E-02	1,0E-01	5,4E-02	≤ 2,2E+00	1,69	7,9	50,86
	01/05/24	≤ 1,4E-02	8,7E-02	4,5E-02	3,8E+00	1,51	8,0	72,13
	04/05/24	≤ 1,4E-02	7,7E-02	4,2E-02	3,5E+00	1,27	8,1	1529,38
	07/05/24	2,8E-02	1,3E-01	8,5E-02	4,4E+00	1,61	8,1	15,83
	10/05/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/05/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/05/24	2,1E-02	9,4E-02	6,0E-02	3,0E+00	1,22	8,0	69,57
	19/05/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	22/05/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/05/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	28/05/24	≤ 1,4E-02	9,4E-02	5,7E-02	3,9E+00	1,31	7,9	7,92
	01/06/24	1,9E-02	8,9E-02	5,2E-02	7,4E+00	1,31	7,7	61,91
	04/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	07/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	10/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/06/24	2,9E-02	9,4E-02	5,6E-02	5,3E+00	1,35	7,5	61,48
	19/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	22/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	28/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	01/07/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00

Point de prélèvement	Date de Prélèvement	Indice alpha global (Bq/L)	Indice bêta global (Bq/L)	bêta hors ⁴⁰ K (Bq/L)	Tritium (Bq/L)	Potassium m (mg/L)	pH	Volume rejeté (m ³)
CM G	04/07/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	07/07/24	3,3E-02	7,1E-02	< 3,6E-02	≤ 2,5E+00	180	7,9	52,77
	10/07/24	≤ 1,3E-02	7,3E-02	< 3,6E-02	2,9E+00	140	7,2	219,38
	13/07/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/07/24	≤ 1,3E-02	6,0E-02	< 3,6E-02	≤ 2,3E+00	140	7,7	46,18
	19/07/24	≤ 1,3E-02	5,0E-02	< 3,6E-02	5,4E+00	0,95	7,3	65,13
	22/07/24	≤ 1,3E-02	3,9E-02	< 3,6E-02	3,6E+00	104	7,4	30,09
	25/07/24	≤ 1,3E-02	≤ 3,7E-02	< 3,6E-02	5,2E+00	123	7,8	12,06
	28/07/24	2,3E-02	6,9E-02	< 3,6E-02	2,4E+00	131	7,7	178,49
	01/08/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	04/08/24	≤ 1,3E-02	7,2E-02	< 3,6E-02	≤ 2,2E+00	152	7,6	7,18
	07/08/24	≤ 1,3E-02	8,3E-02	3,8E-02	5,6E+00	161	7,6	6,32
	10/08/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/08/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/08/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/08/24	≤ 1,3E-02	7,0E-02	3,8E-02	1,1E+01	1,16	7,6	134,94
	22/08/24	≤ 1,3E-02	6,4E-02	< 3,6E-02	8,8E+00	124	7,7	13,65
	25/08/24	≤ 1,3E-02	7,2E-02	< 3,6E-02	6,9E+00	151	7,5	427,67
	28/08/24	2,4E-02	9,7E-02	< 3,6E-02	2,4E+00	2,41	8,2	6,08
	01/09/24	≤ 1,4E-02	12E-01	5,2E-02	2,4E+00	2,50	8,2	19,96
	04/09/24	2,5E-02	1,1E-01	6,6E-02	≤ 2,1E+00	151	7,7	70,20
	07/09/24	1,9E-02	12E-01	7,2E-02	5,2E+00	163	7,7	2457,06
	10/09/24	≤ 1,3E-02	1,1E-01	6,9E-02	3,7E+00	154	8,0	2325,90
	13/09/24	2,3E-02	10E-01	6,0E-02	1,0E+01	154	8,1	52,42
	16/09/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/09/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	22/09/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	25/09/24	2,5E-02	12E-01	7,0E-02	7,7E+00	163	8,2	8,99
	28/09/24	≤ 1,3E-02	9,0E-02	5,2E-02	7,5E+00	137	8,0	126,03
	01/10/24	2,5E-02	6,1E-02	< 3,6E-02	6,7E+00	1,19	7,9	47,01
	04/10/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	07/10/24	≤ 1,3E-02	7,8E-02	4,0E-02	4,1E+00	136	8,0	14,06
	10/10/24	2,2E-02	9,8E-02	5,9E-02	4,1E+00	140	8,0	18158
	13/10/24	2,8E-02	12E-01	7,8E-02	6,9E+00	149	8,2	13,08
	16/10/24	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	19/10/24	2,4E-02	1,1E-01	7,0E-02	4,0E+00	140	8,2	175,08
	22/10/24	2,0E-02	9,2E-02	4,8E-02	5,0E+00	156	8,2	768,00
	25/10/24	2,4E-02	2,2E-01	1,7E-01	5,8E+00	183	8,2	8,00
	28/10/24	2,9E-02	2,0E-01	1,5E-01	5,4E+00	174	8,4	5,21
	01/11/24	2,8E-02	1,8E-01	1,4E-01	3,4E+00	141	8,3	102,11
	04/11/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	07/11/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	10/11/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	13/11/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	16/11/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/11/24	3,9E-02	12E-01	7,6E-02	5,2E+00	144	8,1	265,69
	22/11/24	1,9E-02	1,1E-01	7,0E-02	4,7E+00	138	8,0	97199
	25/11/24	2,4E-02	1,2E-01	7,6E-02	6,0E+00	138	8,2	543,73
	28/11/24	≤ 1,3E-02	1,2E-01	7,8E-02	6,4E+00	147	7,9	2340,22
	01/12/24	2,3E-02	1,3E-01	8,2E-02	6,6E+00	175	8,4	19,41
	04/12/24	1,7E-02	1,1E-01	7,3E-02	7,4E+00	129	8,1	8166
	07/12/24	3,0E-02	9,6E-02	6,0E-02	5,3E+00	129	8,2	36189
	10/12/24	2,5E-02	1,1E-01	5,3E-02	5,4E+00	193	8,1	200,10
	13/12/24	3,1E-02	9,7E-02	5,6E-02	4,4E+00	147	8,2	300,08
	16/12/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	19/12/24	1,7E-02	9,2E-02	5,0E-02	1,1E+01	152	8,0	348,80
	22/12/24	2,6E-02	1,1E-01	7,0E-02	7,4E+00	152	8,0	383,68
	25/12/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	28/12/24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
	01/01/25	1,9E-02	1,2E-01	7,8E-02	9,6E+00	162	8,3	6,70
Volume total								32849

NR : pas d'écoulement sur la période, pas de prélèvement, analyses non réalisées

Tableau 10-10 Résultats des analyses radiologiques mensuelles des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

Point de prélèvement	Période	Information prélèvement		Analyses radiologiques				Analyses physico-chimiques			Relâchements et flux				
		Date de prélèvement	Volume rejeté m ³	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Indice bêta insoluble* Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH -	MES* mg/L	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MES kg
CMG	Janvier	01/02/2024	5693	≤1,5E-02	8,2E-02	≤1,7E-02	5,0E+00	1,25	8,0	2,0	8,5E-02	4,7E-01	2,8E+01	7,1E+00	1,1E+01
	Février	01/03/2024	8916	≤1,5E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	8,6E+00	1,17	8,0	1,0	1,3E-01	9,5E-01	7,7E+01	1,0E+01	9,0E+00
	Mars	01/04/2024	2375	≤1,5E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	5,9E+00	1,22	8,1	1,8	3,6E-02	2,5E-01	1,4E+01	2,9E+00	4,0E+00
	Avril	01/05/2024	721	≤1,4E-02	8,0E-02	≤1,7E-02	6,0E+00	1,33	8,1	1,2	1,0E-02	5,8E-02	4,3E+00	1,0E+00	9,0E-01
	Mai	01/06/2024	1685	2,5E-02	8,6E-02	≤1,7E-02	5,5E+00	1,40	7,8	3,4	4,2E-02	1,4E-01	9,3E+00	2,4E+00	5,7E+00
	Juin	01/07/2024	61	1,8E-02	8,9E-02	≤1,7E-02	3,6E+00	1,33	7,5	2,2	1,1E-03	5,5E-03	2,2E-01	1,0E-01	1,4E-01
	Juillet	01/08/2024	604	2,1E-02	5,3E-02	NR	3,7E+00	1,41	7,4	≤1,00	1,3E-02	3,2E-02	2,2E+00	9,0E-01	≤6,0E-01
	Août	01/09/2024	616	≤1,3E-02	7,7E-02	≤1,7E-02	9,6E+00	1,51	7,8	1,6	8,0E-03	4,7E-02	5,9E+00	9,0E-01	1,0E+00
	Septembre	01/10/2024	5088	≤1,3E-02	9,9E-02	≤1,7E-02	5,0E+00	1,44	8,0	2,8	6,6E-02	5,0E-01	2,5E+01	7,3E+00	1,4E+01
	Octobre	01/11/2024	1267	2,2E-02	9,7E-02	≤1,7E-02	3,6E+00	1,50	8,1	1,4	2,8E-02	1,2E-01	4,6E+00	1,9E+00	1,8E+00
	Novembre	01/12/2024	4141	2,4E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	5,6E+00	1,47	8,1	2,6	1,0E-01	4,6E-01	2,3E+01	6,1E+00	1,1E+01
	Décembre	01/01/2025	1683	3,1E-02	1,0E-01	NR	7,4E+00	1,52	8,1	≤1,00	5,2E-02	1,7E-01	1,2E+01	2,6E+00	≤1,7E+00
Somme			32850								5,7E-01	3,2E+00	2,1E+02	4,4E+01	5,9E+01

* les MES et le bêta insoluble sont mesurés après filtration de 500 ml d'échantillon sur un filtre de porosité de 0,45 µm

NR : analyses non réalisées car absence de MES

Tableau 10-11

Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

	CMG 1 ^{er} semestre V1 = 19450 m ³	CMG 2 nd semestre V2 = 13399 m ³	Cumul annuel Vtotal = 32849 m ³
	Activité volumique (Bq/L)	Activité volumique (Bq/L)	Activité relâchée (MBq)
Spectrométrie gamma			
⁴⁰ K	≤8,0E-02	≤7,0E-02	2,5E+00
⁶⁰ Co	≤5,0E-03	≤4,0E-03	1,5E-01
⁹⁴ Nb	≤4,0E-03	≤4,0E-03	1,3E-01
^{108m} Ag	≤4,0E-03	≤4,0E-03	1,3E-01
^{110m} Ag	≤5,0E-03	≤5,0E-03	1,6E-01
¹³⁴ Cs	≤4,0E-03	≤4,0E-03	1,3E-01
¹³⁷ Cs	≤4,0E-03	≤4,0E-03	1,3E-01
²¹⁰ Pb	≤6,0E-02	≤3,0E-02	1,6E+00
²¹² Pb	≤9,0E-03	≤6,0E-03	2,6E-01
²¹⁴ Pb	≤7,0E-02	≤5,0E-02	2,0E+00
²²⁶ Ra	≤7,0E-02	≤5,0E-02	2,0E+00
²²⁸ Ra	≤2,0E-02	≤1,0E-02	5,2E-01
²³⁴ Th	≤4,0E-02	≤3,0E-02	1,2E+00
²³⁵ U	≤4,0E-03	≤3,0E-03	1,2E-01
²⁴¹ Am	≤5,0E-03	≤4,0E-03	1,5E-01
Spectrométrie alpha			
²²⁶ Ra	≤9,0E-03	≤6,0E-03	2,6E-01
²³⁴ U	9,0E-03 +/- 3,0E-03	4,3E-03 +/- 7,0E-04	2,3E-01
²³⁵ U	≤1,0E-03	3,0E-04 +/- 1,8E-04	2,3E-02
²³⁸ U	5,7E-03 +/- 2,3E-03	5,3E-03 +/- 8,0E-04	1,8E-01
²³⁸ Pu	≤1,0E-02	≤8,0E-04	2,1E-01
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	≤5,0E-03	≤3,0E-04	1,0E-01
²⁴¹ Am	≤1,0E-03	≤5,0E-04	2,6E-02
²⁴⁴ Cm	≤8,0E-04	≤1,0E-04	1,7E-02
²³² Th	≤2,0E-03	≤6,0E-03	1,2E-01
Scintillation liquide			
³ H	8,0E+00 +/- 5,0E+00	6,6E+00 +/- 4,9E+00	2,4E+02
¹⁴ C	≤1,8E+00	≤2,0E+00	6,2E+01
³⁶ Cl	≤1,0E-01	≤1,0E-01	3,3E+00
⁶³ Ni	≤5,0E-02	≤6,0E-02	1,8E+00
⁹⁰ Sr	≤4,0E-02	≤5,0E-02	1,4E+00
⁹⁹ Tc	≤7,0E-02	≤1,0E-01	2,7E+00
¹⁵¹ Sm	≤5,0E-02	≤2,0E-01	3,7E+00
²⁴¹ Pu	≤9,0E-02	≤2,0E-02	2,0E+00
Spectrométrie X			
⁵⁹ Ni	≤9,0E-01	≤2,0E-01	2,0E+01

Tableau 10-12 Suivi mensuel de la qualité chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

	Concentrations mensuelles			Volume (m ³)	Flux mensuels		
	DCO (mg O ₂ /L)	MES (mg/L)	Hydrocarbures (µg/L)		DCO (kg)	MES (kg)	Hydrocarbures (kg)
Janvier	9	<2	≤20,00	5 693	51	5,7	0,057
Février	9	3	55	8 916	80	27	0,49
Mars	8	<2	≤20,00	2 375	19	2,4	0,024
Avril	10	4	≤20,00	721	7,2	2,9	0,0070
Mai	7	<2	≤20,00	1 685	12	1,7	0,017
Juin	10	4	≤20,00	61	0,61	0,25	0,0010
Juillet	6	<2	≤20,00	604	3,6	0,60	0,0060
Août	8	<2	≤20,00	616	4,9	0,62	0,0060
Septembre	13	<2	≤20,00	5 088	66	5,1	0,051
Octobre	13	5	≤20,00	1 267	17	6,3	0,013
Novembre	11	17	≤20,00	4 141	46	70	0,041
Décembre	8	<2	≤20,00	1 683	14	1,7	0,017
Somme				32 849	320	124	0,73

Tableau 10-13 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

	Paramètres	Unités	Résultats du premier semestre	Résultats du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,5 +/- 0,1	8,2 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	297 +/- 9	313 +/- 9	-
	Oxygène dissous	mgO ₂ /L	11,6 +/- 0,1	10,3 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV/ENH	425 +/- 17	454 +/- 18	-
	MES	mg/L	5,0 +/- 0,3	<2	111
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	33 +/- 1,7	38 +/- 1,9	1151
	Chlorures	mg/L	18 +/- 0,9	16 +/- 1	564
	Potassium	mg/L	1,1 +/- 0,06	1,3 +/- 0,07	39
	Sulfates	mg/L	18 +/- 0,9	11 +/- 0,6	497
	Nitrates	mg/L	1,0 +/- 0,05	4,1 +/- 0,21	74
Substances indésirables	Nitrites	µg/L	8,0 +/- 0,4	40 +/- 2	0,69
	Azote NTK	mg/L	<0,5	1,2 +/- 0,06	21
	Azote global	mg/L	<0,73	2,1 +/- 2,3	35
	Phosphates	mg/l	0,01 +/- 0,001	<0,01	0,26
	Aluminium	µg/L	170 +/- 9	82 +/- 4	4,4
	Baryum	µg/L	17 +/- 1	14 +/- 1	0,52
	Bore	µg/L	13 +/- 1	12 +/- 1	0,41
	Cuivre	µg/L	6,0 +/- 0,8	6,3 +/- 0,8	0,20
	Fer	µg/L	93 +/- 5	57 +/- 3	2,6
	Manganèse	µg/L	7,0 +/- 0,4	<2	0,15
Substances toxiques	Arsenic	µg/L	0,60 +/- 0,06	0,40 +/- 0,04	0,017
	Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	0,0033
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,016
	Etain	µg/L	<5	<5	0,082
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,00082
	Nickel	µg/L	6,2 +/- 0,6	3,2 +/- 0,29	0,16
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,016
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,066
	Zinc	µg/L	32 +/- 1,6	22 +/- 1,1	0,92

Tableau 10-14 Résultats des analyses radiochimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

Spectrométrie gamma	Activité en Bq/kg sec	Spectrométrie alpha	Activité en Bq/kg sec
⁴⁰ K	3,5E+02 +/- 3,0E+01	²³⁴ U	1,2E+01 +/- 1,7E+00
⁶⁰ Co	≤1,0E-01	²³⁵ U	5,4E-01 +/- 3,4E-01
⁹⁴ Nb	≤1,0E-01	²³⁸ U	1,2E+01 +/- 1,6E+00
^{108m} Ag	≤1,0E-01	²³⁸ Pu	≤2,0E-01
^{110m} Ag	≤2,0E-01	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	≤2,0E-01
¹³⁴ Cs	≤1,0E-01	²⁴¹ Am	≤3,0E-01
¹³⁷ Cs	9,9E-01 +/- 2,1E-01	²⁴⁴ Cm	≤2,0E-01
²¹⁰ Pb	6,7E+02 +/- 1,4E+02	Scintillation liquide	Activité en Bq/kg sec
²¹² Pb	3,1E+01 +/- 4,0E+00	¹⁴ C	≤6,1E+01
²¹⁴ Pb	2,6E+01 +/- 1,9E+01	³⁶ Cl	≤6,0E+00
²²⁶ Ra	2,6E+01 +/- 1,9E+01	⁶³ Ni	≤7,0E+00
²²⁸ Ra	2,5E+01 +/- 1,7E+00	⁹⁰ Sr	≤4,0E+00
²³⁴ Th	2,3E+01 +/- 5,0E+00	⁹⁹ Tc	≤4,0E+00
²³⁵ U	≤2,0E+00	¹⁵¹ Sm	≤6,0E+00
²⁴¹ Am	≤4,0E-01	²⁴¹ Pu	≤9,0E+00
Spectrométrie X	Activité en Bq/kg sec	ICP-MS	Activité en Bq/kg sec
⁵⁹ Ni	≤1,0E+01	²³² Th	1,8E+01 +/- 6,0E+00

Tableau 10-15 Résultats des analyses physico-chimiques annuelles des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

Paramètres	Unités	Concentration
Paramètres physico-chimiques classiques		
Granulométrie < 2 mm	% MS	91 +/- 27
Granulométrie < 63 µm	% MS	18 +/- 5
Substances indésirables		
Bore	mg/kg MS	3,90 +/- 1,20
Substances toxiques		
Cadmium	mg/kg MS	1,3 +/- 0,4
Chrome	mg/kg MS	9,5 +/- 2,9
Cyanures	mg/kg MS	0,30 +/- 0,09
Mercure	mg/kg MS	0,04 +/- 0,01
Nickel	mg/kg MS	41 +/- 12
Plomb	mg/kg MS	21 +/- 6
Uranium	mg/kg MS	0,6 +/- 0,2
Somme des HAP	mg/kg MS	0,49 +/- 0,15

10.9.2 Résultats au point de contrôle BDS

Tableau 10-16 Résultats des analyses radiologiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)

Point de prélèvement	Date de Prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Volume rejeté m ³
BDS	08/01/24	3,3E-02	1,9E-01	1,7E+01	1,69	8,1	4 362
	15/01/24	3,5E-02	2,1E-01	2,7E+01	1,78	8,2	1245
	22/01/24	4,4E-02	1,7E-01	2,1E+01	1,69	8,3	1 109
	29/01/24	4,4E-02	1,6E-01	1,9E+01	1,60	8,2	1657
	05/02/24	3,4E-02	1,6E-01	1,9E+01	1,78	8,3	1011
	12/02/24	4,9E-02	2,0E-01	2,1E+01	1,65	8,3	2 391
	19/02/24	4,8E-02	2,0E-01	2,0E+01	1,56	8,2	2 019
	26/02/24	2,6E-02	1,8E-01	2,1E+01	1,62	8,2	3 397
	04/03/24	2,7E-02	2,2E-01	2,2E+01	1,70	8,3	3 803
	11/03/24	2,9E-02	3,4E-01	3,7E+01	2,03	8,2	1876
	18/03/24	3,9E-02	2,4E-01	2,6E+01	1,66	8,2	1329
	25/03/24	2,6E-02	2,5E-01	3,4E+01	1,71	8,3	1009
	01/04/24	2,4E-02	1,8E-01	1,7E+01	1,85	8,3	852
	08/04/24	2,1E-02	2,3E-01	3,0E+01	1,74	8,2	1783
	15/04/24	2,8E-02	1,9E-01	1,0E+01	1,79	8,3	937
	22/04/24	3,8E-02	2,1E-01	9,1E+00	2,06	8,2	513
	29/04/24	5,2E-02	2,4E-01	1,7E+01	2,50	8,3	353
	06/05/24	5,1E-02	3,2E-01	1,3E+01	1,61	8,3	1104
	13/05/24	3,8E-02	1,9E-01	1,5E+01	1,88	8,5	542
	20/05/24	5,8E-02	3,1E-01	1,6E+01	2,39	8,3	367
	27/05/24	5,8E-02	2,4E-01	1,3E+01	2,76	8,3	231
	03/06/24	5,5E-02	1,8E-01	1,3E+01	2,96	8,3	198
	10/06/24	4,5E-02	7,1E-01	2,2E+01	2,89	8,3	147
	17/06/24	7,6E-02	3,3E-01	2,0E+01	3,27	8,2	117
	24/06/24	7,7E-02	4,5E-01	1,8E+01	3,36	8,3	100
	01/07/24	1,4E-01	1,8E+00	2,2E+03	33,40	8,3	84
	08/07/24	8,0E-02	3,1E-01	3,4E+01	3,93	8,0	76
	15/07/24	4,3E-02	1,1E+00	4,6E+01	4,56	8,2	113
	22/07/24	4,1E-02	5,5E-01	2,3E+01	3,85	8,0	82
	29/07/24	6,6E-02	5,4E-01	2,0E+01	3,63	8,2	114
	05/08/24	7,8E-02	1,2E+00	3,8E+01	3,17	8,1	88
	12/08/24	6,4E-02	3,8E-01	2,5E+01	3,59	8,1	64
	19/08/24	7,2E-02	1,0E+00	3,5E+01	3,59	8,3	80
	26/08/24	6,1E-02	4,3E-01	1,7E+01	3,24	8,1	112
	02/09/24	2,4E-02	3,6E-01	1,6E+01	2,96	8,1	123
	09/09/24	4,8E-02	2,0E-01	9,6E+00	2,17	8,1	1629
	16/09/24	2,1E-02	2,8E-01	1,5E+01	1,90	8,3	1495
	23/09/24	5,2E-02	2,9E-01	2,1E+01	2,17	8,2	346
	30/09/24	4,8E-02	2,4E-01	1,1E+01	2,26	8,3	310
	07/10/24	3,6E-02	3,5E-01	1,3E+01	1,90	8,3	433
	14/10/24	4,1E-02	3,8E-01	9,0E+00	1,86	8,2	553
	21/10/24	4,7E-02	5,0E-01	1,1E+01	1,67	8,2	1143
	28/10/24	2,3E-02	3,1E-01	2,0E+01	1,74	8,2	2 019
	04/11/24	3,0E-02	2,6E-01	7,0E+00	1,87	8,3	961
	11/11/24	4,7E-02	2,6E-01	6,7E+00	2,06	8,4	516
	18/11/24	8,0E-02	3,0E-01	9,7E+00	2,34	8,5	347
	25/11/24	4,8E-02	2,5E-01	8,1E+01	1,65	8,1	2 448
	02/12/24	2,1E-02	2,2E-01	7,3E+00	1,65	8,3	2 859
	09/12/24	3,8E-02	2,4E-01	6,9E+00	1,56	8,2	2 183
	16/12/24	3,6E-02	2,5E-01	1,3E+01	1,65	8,3	1755
	23/12/24	3,0E-02	2,6E-01	9,6E+00	1,81	8,1	1865
	30/12/24	4,9E-02	7,7E-01	1,3E+03	16,70	8,3	1 077
Volume total							55321

Tableau 10-17 Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à risques à leur exutoire (BDS)

Point de prélèvement	Période	Information prélèvement		Analyses radiologiques				Analyses physico-chimiques			Relâchements et flux				
		Date de prélèvement	Volumes m ³	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Indice bêta insoluble* Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH UpH	MES* mg/L	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MES kg
BDS	janvier	29/01/2024	8373	3,9E-02	2,0E-01	≤1,7E-02	2,1E+01	1,78	8,2	1,4	3,3E-01	1,7E+00	1,8E+02	1,5E+01	1,2E+01
	février	04/03/2024	12621	4,0E-02	2,1E-01	NR	2,2E+01	1,61	8,1	≤1,0	5,0E-01	2,6E+00	2,4E+02	2,0E+01	6,3E+00
	mars	01/04/2024	5066	2,6E-02	2,4E-01	NR	3,6E+01	2,04	8,2	≤1,0	1,3E-01	1,2E+00	1,5E+02	1,0E+01	2,5E+00
	avril	29/04/2024	3585	3,6E-02	1,9E-01	NR	1,9E+01	1,87	8,2	≤1,0	1,3E-01	6,8E-01	7,4E+01	6,7E+00	1,8E+00
	mai	03/06/2024	2442	5,1E-02	2,0E-01	≤1,7E-02	1,4E+01	2,13	8,2	2,00	1,2E-01	4,9E-01	3,4E+01	5,2E+00	5,0E+00
	juin	01/07/2024	447	7,7E-02	7,0E-01	≤1,7E-02	4,1E+02	8,37	8,2	1,0	3,4E-02	3,1E-01	1,9E+02	3,7E+00	4,0E-01
	juillet	29/07/2024	384	5,1E-02	6,0E-01	≤1,7E-02	3,4E+01	4,10	8,2	1,4	2,0E-02	2,3E-01	1,2E+01	1,6E+00	5,0E-01
	août	02/09/2024	467	5,6E-02	5,7E-01	≤1,7E-02	2,6E+01	3,24	8,2	2,2	2,6E-02	2,7E-01	9,6E+00	1,5E+00	1,0E+00
	septembre	30/09/2024	3780	3,4E-02	2,8E-01	≤1,7E-02	1,2E+01	2,08	8,2	1,8	1,3E-01	1,1E+00	4,9E+01	7,9E+00	7,0E+00
	octobre	04/11/2024	5107	2,9E-02	3,0E-01	≤1,7E-02	1,3E+01	1,78	8,3	1,4	1,5E-01	1,5E+00	7,0E+01	9,1E+00	7,0E+00
	novembre	02/12/2024	6169	3,4E-02	2,3E-01	≤1,7E-02	3,6E+01	1,75	8,2	2,2	2,1E-01	1,4E+00	2,3E+02	1,1E+01	1,4E+01
	décembre	30/12/2024	6880	3,7E-02	3,3E-01	NR	3,2E+02	4,80	8,2	≤1,0	2,5E-01	2,3E+00	1,5E+03	3,3E+01	3,4E+00
Somme			55321								2,0E+00	1,4E+01	2,7E+03	1,3E+02	6,1E+01

* les MES et le bêta insoluble sont mesurés après filtration de 500 ml d'échantillon sur un filtre de porosité de 0,45 µm

NR : analyses non réalisées car absence de MES

Tableau 10-18

Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à risques à leur exutoire (BDS)

	BDS 1 ^{er} semestre $V_1 = 32534 \text{ m}^3$	BDS 2 nd semestre $V_2 = 22787 \text{ m}^3$	Cumul annuel $V_{\text{total}} = 55321 \text{ m}^3$
	Activité volumique (Bq/L)	Activité volumique (Bq/L)	Activité relâchée (MBq)
Compteur proportionnel			
Indice alpha global	$\leq 1,0\text{E-}02$	$\leq 3,0\text{E-}02$	$1,0\text{E+}00$
Indice alpha sur MES	$\leq 3,0\text{E-}02$	$\leq 9,0\text{E-}03$	$1,2\text{E+}00$
Indice bêta global	$2,3\text{E-}01 \text{ +/- } 1,7\text{E-}01$	$1,7\text{E-}01 \text{ +/- } 4,6\text{E-}02$	$1,1\text{E+}01$
Indice beta sur MES	$\leq 2,0\text{E-}02$	$\leq 2,0\text{E-}02$	$1,1\text{E+}00$
Spectrométrie gamma			
^{40}K	$\leq 8,0\text{E-}02$	$\leq 7,0\text{E-}02$	$4,2\text{E+}00$
^{60}Co	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
^{94}Nb	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
$^{108\text{m}}\text{Ag}$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$\leq 5,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,5\text{E-}01$
^{129}I	$\leq 5,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,5\text{E-}01$
^{134}Cs	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
^{137}Cs	$\leq 5,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,5\text{E-}01$
^{210}Pb	$\leq 4,0\text{E-}02$	$\leq 3,0\text{E-}02$	$2,0\text{E+}00$
^{212}Pb	$\leq 6,0\text{E-}03$	$1,2\text{E-}02 \text{ +/- } 6,0\text{E-}03$	$4,7\text{E-}01$
^{214}Pb	$\leq 1,0\text{E-}02$	$\leq 6,0\text{E-}02$	$1,7\text{E+}00$
^{226}Ra	$\leq 7,0\text{E-}02$	$\leq 6,0\text{E-}02$	$3,6\text{E+}00$
^{228}Ra	$\leq 2,0\text{E-}02$	$\leq 2,0\text{E-}02$	$1,1\text{E+}00$
^{234}Th	$\leq 4,0\text{E-}02$	$\leq 4,0\text{E-}02$	$2,2\text{E+}00$
^{235}U	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
^{241}Am	$\leq 4,0\text{E-}03$	$\leq 4,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
Spectrométrie alpha			
^{226}Ra	$\leq 8,0\text{E-}03$	$\leq 5,0\text{E-}03$	$3,7\text{E-}01$
^{234}U	$2,6\text{E-}02 \text{ +/- } 3,6\text{E-}03$	$1,3\text{E-}02 \text{ +/- } 1,6\text{E-}03$	$1,1\text{E+}00$
^{235}U	$1,7\text{E-}03 \text{ +/- } 1,2\text{E-}03$	$6,9\text{E-}04 \text{ +/- } 3,0\text{E-}04$	$7,1\text{E-}02$
^{238}U	$1,9\text{E-}02 \text{ +/- } 2,9\text{E-}03$	$9,9\text{E-}03 \text{ +/- } 1,3\text{E-}03$	$8,4\text{E-}01$
^{238}Pu	$\leq 8,0\text{E-}03$	$\leq 2,0\text{E-}03$	$3,1\text{E-}01$
$^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$	$\leq 6,0\text{E-}03$	$\leq 1,0\text{E-}03$	$2,2\text{E-}01$
^{241}Am	$\leq 6,0\text{E-}04$	$\leq 5,0\text{E-}04$	$3,1\text{E-}02$
^{244}Cm	$\leq 9,0\text{E-}04$	$\leq 2,0\text{E-}04$	$3,4\text{E-}02$
^{232}Th	$\leq 1,0\text{E-}03$	$\leq 6,0\text{E-}03$	$1,7\text{E-}01$
Scintillation liquide			
^3H	$2,0\text{E+}01 \text{ +/- } 8,0\text{E+}00$	$5,6\text{E+}01 \text{ +/- } 1,2\text{E+}01$	$1,9\text{E+}03$
^{14}C	$3,2\text{E+}01 \text{ +/- } 2,2\text{E+}00$	$\leq 3,0\text{E+}00$	$1,1\text{E+}03$
^{36}Cl	$\leq 2,0\text{E-}01$	$\leq 1,4\text{E-}01$	$9,7\text{E+}00$
^{63}Ni	$\leq 6,0\text{E-}02$	$\leq 8,0\text{E-}02$	$3,8\text{E+}00$
^{90}Sr	$\leq 5,0\text{E-}02$	$\leq 5,0\text{E-}02$	$2,8\text{E+}00$
^{99}Tc	$\leq 8,0\text{E-}02$	$\leq 2,0\text{E-}01$	$7,2\text{E+}00$
^{151}Sm	$\leq 4,0\text{E-}02$	$\leq 2,0\text{E-}01$	$5,9\text{E+}00$
^{241}Pu	$\leq 1,0\text{E-}01$	$\leq 2,0\text{E-}02$	$3,7\text{E+}00$
Spectrométrie X			
^{59}Ni	$\leq 5,0\text{E-}01$	$\leq 1,0\text{E-}01$	$1,9\text{E+}01$

Tableau 10-19

Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activités aux points de contrôles CMG, BDS, RD12 et RP300 (rejets en continu) ainsi que BRS0 et BRS0bis (rejets concertés)

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	totaux
CMG	Volume (m³)	5693	8916	2375	721	1685	61	604	616	5088	1267	4141	1683	32849
Activité (MBq)	Alpha	0,09	0,13	0,036	0,010	0,042	0,0011	0,013	0,0080	0,066	0,028	0,10	0,052	0,57
	Bêta	0,47	0,95	0,25	0,058	0,14	0,006	0,032	0,047	0,50	0,12	0,46	0,17	3,2
	Tritium	28	77	14	4,3	9,3	0,22	2,2	5,9	25	4,6	23	12	206
Flux en kg	Potassium	7,1	10	2,9	10	2,4	0,10	0,90	0,90	7,3	1,9	6,1	2,6	44
BDS	Volume (m³)	8373	12621	5066	3585	2442	447	384	467	3780	5107	6169	6880	55321
Activité (MBq)	Alpha	0,33	0,50	0,13	0,13	0,12	0,034	0,020	0,026	0,13	0,15	0,21	0,25	2,0
	Bêta	1,7	2,6	12	0,68	0,49	0,31	0,23	0,27	1,06	1,5	1,4	2,3	14
	Tritium	183	244	152	74	34	187	12	9,6	49	70	226	1457	2 697
Flux en kg	Potassium	15	20	10	6,7	5,2	3,7	1,6	1,5	7,9	9,1	11	33	125
RP300	Volume (m³)	8176	13569	5135	3644	2496	435	380	426	4173	5426	6422	6900	57 184
Activité (MBq)	Alpha	0,28	0,31	0,20	0,20	0,090	0,026	0,019	0,015	0,13	0,12	0,16	0,19	1,7
	Bêta	1,0	1,8	0,71	0,48	0,44	0,17	0,18	0,14	0,69	1,3	1,1	1,0	9,0
	Tritium	44	75	32	14	27	5,2	6,1	8,8	44	41	56	41	394
Flux en kg	Potassium	31	19	9,0	6,2	5,3	14	14	14	9,4	9,7	11	12	117
RD012	Volume (m³)	1166	2027	516	137	110	0,59	1,8	4,0	404	265	565	331	5 527
Activité (MBq)	Alpha	0,017	0,070	0,017	0,003	0,003	NR	NR	NR	0,011	0,010	0,015	0,009	0,16
	Bêta	0,43	0,79	0,23	0,074	0,055	NR	NR	NR	0,27	0,18	0,36	0,19	2,6
	Tritium	164	186	139	38	9,3	NR	NR	NR	11	6,1	8,1	8,9	570
Flux en kg	Potassium	1,8	6,6	2,3	0,43	0,32	NR	NR	NR	1,4	0,77	1,4	0,88	16
BRS0BIS	Volume (m³)	66	102	52	39	38	13	17	19	42	52	47	56	542
Activité (MBq)	Alpha	0,015	0,022	0,0070	0,0020	0,0024	0,00050	0,00090	0,0015	0,0044	0,0035	0,0028	0,0037	0,065
	Bêta	0,25	0,41	0,24	0,17	0,19	0,093	0,13	0,15	0,27	0,34	0,26	0,27	2,8
	Tritium	9,5	16	4,3	19	4,8	16	2,3	2,4	9,3	6,2	4,1	4,3	67
Flux en kg	Potassium	0,12	0,18	0,10	0,075	0,073	0,028	0,035	0,040	0,094	0,12	0,11	0,12	1,1
BRS0	Volume (m³)	0,95	1,15	100	0,85	0,85	0,60	0,50	0,65	0,60	0,80	0,75	0,90	9,6
Activité (MBq)	Alpha	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,012
	Bêta	0,035	0,043	0,033	0,028	0,029	0,024	0,017	0,023	0,023	0,026	0,025	0,030	0,34
	Tritium	41	43	45	42	36	31	25	47	43	56	52	47	506
Flux en kg	Potassium	0,60	0,67	0,65	0,49	0,55	0,43	0,39	0,53	0,47	0,57	0,53	0,64	6,5

Tableau 10-20 Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)

	Paramètres	Unités	Concentration du premier semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,3 +/- 0,3	8,2 +/- 0,3	-
	Conductivité	µS/cm	397 +/- 12	546 +/- 16	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	11,9 +/- 0,1	9,2 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV/ENH	441 +/- 18	484 +/- 19	-
	MES	mg/L	<2	<2	55
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	58 +/- 2,9	68 +/- 3,4	3437
	Chlorures	mg/L	23 +/- 1,2	23 +/- 1,2	1272
	Potassium	mg/L	1,7 +/- 0,09	1,5 +/- 0,08	89
	Sulfates	mg/L	63 +/- 3,2	71 +/- 3,6	3668
	Nitrates	mg/L	3,1 +/- 0,16	3,6 +/- 0,18	183
Substances indésirables	Nitrites	µg/L	2,0 +/- 0,1	5,0 +/- 0,25	0,18
	Azote NTK	mg/L	<0,5	1,0 +/- 0,05	31
	Azote global	mg/L	<1,2	1,81 +/- 0,48	61
	Phosphore	mg/L	<0,01	<0,01	0,28
	Aluminium	µg/L	220 +/- 11	200 +/- 10	12
	Baryum	µg/L	26 +/- 1,3	37 +/- 1,9	1,7
	Bore	µg/L	23 +/- 1,2	26 +/- 1,3	1,3
	Cuivre	µg/L	8,5 +/- 1,1	10 +/- 1,3	0,50
	Fer	µg/L	48 +/- 2,4	28 +/- 1,4	2,2
Substances toxiques	Manganèse	µg/L	21 +/- 1,1	13 +/- 0,7	0,98
	Arsenic	µg/L	<0,5	0,40 +/- 0,04	0,017
	Cadmium	µg/L	0,20 +/- 0,07	0,40 +/- 0,14	0,016
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,028
	Cyanures totaux	µg/L	<5	<5	0,14
	Etain	µg/L	<5	<5	0,14
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,0014
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,028
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,11
	Zinc	µg/L	40 +/- 2	43 +/- 2,2	2,3
	Hydrocarbures	µg/L	<20	<20	1,11
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	Somme des HAP	µg/L	<0,012	<0,012	-

Tableau 10-21 Résultats des analyses nickel au BDS

	BDS (< 500 µg/L)		
	Concentration (µg/L)	volume (m³)	Flux (kg)
Janvier	23	8 373	0,19
Février	26	12 621	0,33
Mars	29	5 066	0,15
Avril	34	3 585	0,12
Mai	42	2 442	0,10
Juin	57	447	0,030
Juillet	56	384	0,020
Août	39	467	0,020
Septembre	27	3 780	0,10
Octobre	25	5 107	0,13
Novembre	22	6 169	0,14
Décembre	24	6 880	0,17
MOYENNE	34	-	-
TOTAL	-	55 321	1,50

10.9.3 Résultats du point de contrôle RP300

Tableau 10-22 Résultats des analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)

Point de prélèvement	Période	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Bêta hors ⁴⁰ K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	Volume m³
RP300	Janvier	29/01/2024	3,4E-02	1,2E-01	≤3,7E-02	5,4E+00	3,81	8176
	Février	04/03/2024	2,3E-02	1,3E-01	9,0E-02	5,5E+00	1,43	13569
	Mars	01/04/2024	3,8E-02	1,4E-01	9,1E-02	6,3E+00	1,76	5135
	Avril	29/04/2024	5,4E-02	1,3E-01	8,3E-02	3,9E+00	1,69	3644
	Mai	03/06/2024	3,6E-02	1,8E-01	1,2E-01	1,1E+01	2,13	2496
	Juin	01/07/2024	6,0E-02	3,8E-01	2,9E-01	1,2E+01	3,24	435
	Juillet	29/07/2024	5,1E-02	4,6E-01	3,6E-01	1,6E+01	3,63	380
	Août	02/09/2024	3,5E-02	3,3E-01	2,4E-01	2,1E+01	3,24	426
	Septembre	30/09/2024	3,2E-02	1,7E-01	1,1E-01	1,1E+01	2,26	4173
	Octobre	04/11/2024	2,2E-02	2,4E-01	1,9E-01	7,5E+00	1,78	5426
	Novembre	02/12/2024	2,5E-02	1,7E-01	1,2E-01	8,7E+00	1,65	6422
	Décembre	30/12/2024	2,8E-02	1,5E-01	1,0E-01	6,0E+00	1,71	6900
Volume total								57182

Tableau 10-23 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,10 +/- 0,05	7,00 +/- 0,05	-
	Conductivité	µS/cm	450 +/- 14	611 +/- 18	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	8,60 +/- 0,10	11,20 +/- 0,10	-
	Potentiel redox	mV/ENH	450 +/- 14	611 +/- 18	-
	MES	mg/L	4,0 +/- 0,20	11 +/- 1	-
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	61 +/- 3	66 +/- 3	3607
	Chlorures	mg/L	20 +/- 1	22 +/- 1	1191
	Potassium	mg/L	1,50 +/- 0,08	1,50 +/- 0,08	86
	Sulfates	mg/L	71 +/- 4	68 +/- 3	3989
	Nitrates	mg/L	<2,5	4,9 +/- 0,3	158
Substances indésirables	Nitrites	µg/L	<1	93 +/- 5	2,2
	Azote NTK	mg/L	<0,5	1,2 +/- 0,1	45
	Azote global	mg/L	<1	2 +/- 5	81
	Aluminium	µg/L	300 +/- 15	230 +/- 12	15
	Baryum	µg/L	28 +/- 1	35 +/- 2	1,8
	Bore	µg/L	23 +/- 1	26 +/- 1	1,4
	Cuivre	µg/L	15 +/- 1	12 +/- 1	0,79
	Fer	µg/L	41 +/- 2	24 +/- 1	1,9
	Manganèse	µg/L	37 +/- 2	3,0 +/- 0,2	1,3
Substances toxiques	Arsenic	µg/L	<0,5	0,50 +/- 0,05	0,020
	Cadmium	µg/L	0,30 +/- 0,11	0,20 +/- 0,07	0,015
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,029
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,0014
	Nickel	µg/L	33 +/- 3	25 +/- 2	1,7
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,020
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,11
	Zinc	µg/L	91 +/- 5	46 +/- 2	4,1
	Hydrocarbures	µg/L	<20	<20	0,57
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,055	<0,055	-
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,105	<0,105	-
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,155	<0,155	-
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,205	<0,205	-
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,255	<0,255	-
	Somme des HAP	µg/L	<0,012	<0,012	-

10.9.4 Résultats du point de contrôle RD12

Tableau 10-24 Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)

Point de prélèvement	Période de prélèvement	Volumes m ³	Analyses radiologiques				Analyses physico-chimiques			Relâchements et flux				
			Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Indice bêta insoluble* Bq/L	Tritium Bq/L	pH UpH	Potassium mg/L	MES* mg/L	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MES kg
RD012	Janvier	1166	≤1,5E-02	3,7E-01	≤1,68E-02	1,4E+02	8,3	1,51	1,00	1,7E-02	4,3E-01	1,6E+02	1,8E+00	1,2E+00
	Février	2027	3,6E-02	3,9E-01	≤1,68E-02	9,2E+01	8,0	3,27	2,40	7,0E-02	7,9E-01	1,9E+02	6,6E+00	5,0E+00
	Mars	516	3,2E-02	4,4E-01	≤1,68E-02	2,7E+02	8,2	4,50	1,00	1,7E-02	2,3E-01	1,4E+02	2,3E+00	5,0E-01
	Avril	137	2,0E-02	5,4E-01	≤1,68E-02	2,8E+02	8,3	3,15	1,20	2,7E-03	7,4E-02	3,8E+01	4,3E-01	1,6E-01
	Mai	110	2,4E-02	5,0E-01	2,7E-02	8,4E+01	8,0	2,87	7,70	2,6E-03	5,5E-02	9,3E+00	3,2E-01	8,5E-01
	Juin	0,6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Juillet	1,8	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Août	4,0	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Septembre	404	≤2,7E-02	6,6E-01	1,7E-02	2,7E+01	8,2	3,47	5,60	1,1E-02	2,7E-01	1,1E+01	1,4E+00	2,3E+00
	Octobre	265	3,9E-02	6,7E-01	≤1,70E-02	2,3E+01	8,3	2,89	1,80	1,0E-02	1,8E-01	6,1E+00	7,7E-01	5,0E-01
	Novembre	565	2,6E-02	6,4E-01	≤1,70E-02	1,4E+01	8,2	2,39	3,00	1,5E-02	3,6E-01	8,1E+00	1,4E+00	1,7E+00
	Décembre	331	2,7E-02	5,8E-01	≤1,70E-02	2,7E+01	8,2	2,67	1,40	9,0E-03	1,9E-01	8,9E+00	8,8E-01	5,0E-01
Somme		5527								1,5E-01	2,6E+00	5,7E+02	1,6E+01	1,3E+01

* : les MES et le bêta insoluble sont mesurés après filtration de 500 ml d'échantillon sur un filtre de porosité de 0,45 µm

NR : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées.

Tableau 10-25 Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,0 +/- 0,1	8,1 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	295 +/- 9	302 +/- 9	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	11 +/- 0,1	8,1 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV	440 +/- 18	500 +/- 20	-
	MES	mg/L	2,0 +/- 0,2	<2	-
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	35 +/- 2	42 +/- 2	204
	Chlorures	mg/L	26 +/- 1	21 +/- 1	136
	Potassium	mg/L	2,9 +/- 0,2	2,5 +/- 0,1	15
	Sulfates	mg/L	18 +/- 1	13 +/- 1	92
Substances indésirables	Bore	µg/L	20 +/- 1	16 +/- 1	0,10
Substances toxiques	Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	0,00055
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,0028
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,00014
	Nickel	µg/L	<1	<1	0,0028
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,0028
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,011
	Zinc	µg/L	6,5 +/- 0,3	8,8 +/- 0,4	0,038

Tableau 10-26 Résultats des analyses radiologiques semestrielles des effluents du réseau de drainage profond aux 10 points de contrôle

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/l	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
RD 003	08/03/2024	≤2,5E-02	6,6E-01	1,7E+01	3,2E+00	8,3
	10/10/2024	≤3,4E-02	5,6E-01	1,3E+01	4,0E+00	8,2
RD 013	08/03/2024	≤2,5E-02	1,3E+00	1,1E+01	1,8E+00	8,1
	10/10/2024	≤3,3E-02	2,0E+00	1,0E+01	1,7E+00	8,1
RD 017	08/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR
	10/10/2024	NR	NR	NR	NR	NR
RD 018	08/03/2024	2,1E+01	5,0E+01	1,1E+03	1,8E+03	9,2
	10/10/2024	NR	NR	NR	NR	NR
RD 019	08/03/2024	≤2,5E-02	3,1E-01	5,8E+02	6,1E+00	8,1
	10/10/2024	6,0E-02	1,2E+00	2,2E+01	2,4E+00	8,1
RD 020	08/03/2024	≤2,5E-02	3,6E-01	5,8E+02	6,3E+00	8,1
	10/10/2024	1,2E-01	1,3E+00	2,5E+01	2,9E+00	8,1
RD 021	08/03/2024	4,6E-02	3,3E-01	1,4E+01	5,3E+00	8,1
	10/10/2024	5,0E-02	1,3E+00	2,3E+01	4,2E+00	8,4
RD 022	08/03/2024	≤2,5E-02	2,3E-01	9,6E+00	5,3E+00	8,1
	10/10/2024	7,0E-02	1,9E+00	4,0E+01	3,8E+00	8,4
RD 023	08/03/2024	3,1E-02	3,6E-01	1,2E+01	5,3E+00	8,1
	10/10/2024	8,0E-02	9,9E-01	1,4E+01	5,0E+00	8,3
RD 024	08/03/2024	≤2,4E-02	1,2E+00	7,2E+01	3,0E+00	8,3
	10/10/2024	6,0E-02	1,4E+00	4,7E+01	3,8E+00	8,2

10.9.5 Résultats du point de contrôle BRS0

Tableau 10-27 Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)

Point de prélèvement	Information prélèvement				Analyses radiologiques				Analyses physico-chimiques			Relâchements et flux						Rapport des relâchement des bêta insolubles sur les bêta totaux
	Période	Date	Volumes m ³	Débit moyen m ³ /h	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Indice bêta insoluble* Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	MES* mg/L	Alpha MBq	Bêta soluble MBq	Bêta insoluble MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MES kg	
BRS000	Janvier	29/01/2024	0,95	0,0014	1,5E+00	3,6E+01	NR	4,3E+04	630	8,6	<1	1,0E-03	3,5E-02	NR	4,1E+01	6,0E-01	9,5E-04	NR
	Février	04/03/2024	1,15	0,0014	1,2E+00	3,7E+01	NR	3,7E+04	579	8,4	<1	1,0E-03	4,3E-02	NR	4,3E+01	6,7E-01	1,2E-03	NR
	Mars	01/04/2024	1,00	0,0015	1,2E+00	3,3E+01	3,6E-02	4,5E+04	650	8,3	1,0	1,0E-03	3,3E-02	4,0E-05	4,5E+01	6,5E-01	1,0E-03	0,12%
	Avril	29/04/2024	0,85	0,0013	1,2E+00	3,3E+01	4,6E-02	4,9E+04	574	8,3	2,0	1,0E-03	2,8E-02	3,9E-05	4,2E+01	4,9E-01	1,7E-03	0,14%
	Mai	03/06/2024	0,85	0,0010	1,1E+00	3,5E+01	≤1,7E-02	4,2E+04	649	8,8	2,4	1,0E-03	2,9E-02	≤1,42E-05	3,6E+01	5,5E-01	2,0E-03	NR
	Juin	01/07/2024	0,60	0,00089	1,1E+00	4,0E+01	2,6E-02	5,1E+04	723	8,8	2,2	1,0E-03	2,4E-02	1,6E-05	3,1E+01	4,3E-01	1,3E-03	0,06%
	Juillet	29/07/2024	0,50	0,00074	1,1E+00	3,5E+01	NR	5,0E+04	780	8,6	<1	1,0E-03	1,7E-02	NR	2,5E+01	3,9E-01	5,0E-04	NR
	Août	02/09/2024	0,65	0,00077	1,2E+00	3,6E+01	8,0E-02	7,2E+04	820	8,8	5,6	1,0E-03	2,3E-02	5,0E-05	4,7E+01	5,3E-01	3,6E-03	0,22%
	Septembre	30/09/2024	0,60	0,00089	1,0E+00	3,8E+01	NR	7,1E+04	788	8,6	<1	1,0E-03	2,3E-02	NR	4,3E+01	4,7E-01	6,0E-04	NR
	Octobre	04/11/2024	0,80	0,00095	1,2E+00	3,3E+01	≤1,7E-02	7,0E+04	711	8,5	1,6	1,0E-03	2,6E-02	≤1,38E-05	5,6E+01	5,7E-01	1,3E-03	NR
	Novembre	02/12/2024	0,75	0,0011	1,2E+00	3,3E+01	NR	6,9E+04	704	8,6	<1	1,0E-03	2,5E-02	NR	5,2E+01	5,3E-01	7,5E-04	NR
	Décembre	30/12/2024	0,90	0,0013	1,2E+00	3,3E+01	5,0E-02	5,2E+04	708	8,6	1,2	1,0E-03	3,0E-02	4,4E-05	4,7E+01	6,4E-01	1,1E-03	0,15%
Somme			9,60									1,20E-02	3,36E-01	≤2,17E-04	5,06E+02	6,52E+00	1,60E-02	

Tableau 10-28

Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)

	BRS0 1 ^{er} semestre V1 = 5,40 m ³		BRS0 2 nd semestre V2 = 4,20 m ³		Cumul annuel Vtotal = 9,60 m ³
	Activité volumique de la fraction soluble (Bq/L)	Activité volumique de la fraction insoluble* (Bq/L)	Activité volumique de la fraction soluble (Bq/L)	Activité volumique de la fraction insoluble* (Bq/L)	Activité relâchée (M Bq)
Compteur proportionnel					
Alpha global	1,4E+00 +/- 4,7E-01	≤3,0E-02	2,9E+00 +/- 1,2E+00	≤1,0E-02	2,0E-02
Bêta global	3,6E+01 +/- 5,0E+00	≤2,0E-02	3,0E+01 +/- 4,3E+00	4,7E-02 +/- 3,7E-02	3,2E-01
Spectrométrie gamma					
⁴⁰ K	1,7E+01 +/- 1,4E+00	1,6E-01 +/- 4,7E-02	1,5E+01 +/- 1,3E+00	1,4E-01 +/- 6,0E-02	9,8E-02
⁶⁰ Co	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤6,0E-03	≤4,0E-03	5,2E-05
⁹⁴ Nb	≤4,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤3,0E-03	3,8E-05
^{108m} Ag	≤7,0E-03	≤3,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	5,9E-05
^{110m} Ag	≤6,0E-03	≤3,0E-03	≤7,0E-03	≤4,0E-03	6,2E-05
¹²⁹ I	≤8,0E-03	≤3,0E-03	≤7,0E-03	≤3,0E-03	7,3E-05
¹³⁴ Cs	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	4,8E-05
¹³⁷ Cs	7,0E+00 +/- 8,0E-01	≤3,0E-03	6,3E+00 +/- 4,9E-01	3,0E-01 +/- 2,5E-02	6,4E-02
²¹⁰ Pb	≤5,0E-02	≤3,0E-02	≤5,0E-02	≤3,0E-02	4,8E-04
²¹² Pb	≤8,0E-03	3,4E-03 +/- 0,0E+00	≤8,0E-03	≤5,0E-03	7,7E-05
²¹⁴ Pb	≤8,0E-02	≤8,0E-03	1,9E-01 +/- 7,0E-02	5,9E-02 +/- 2,9E-02	1,2E-03
²²⁶ Ra	≤8,0E-02	≤5,0E-02	1,9E-01 +/- 7,0E-02	5,9E-02 +/- 2,9E-02	1,2E-03
²²⁸ Ra	4,2E-02 +/- 1,8E-02	≤1,0E-02	≤2,0E-02	≤1,0E-02	3,1E-04
²³⁴ Th	6,7E-01 +/- 1,3E-01	≤3,0E-02	2,1E-01 +/- 5,0E-02	2,9E-01 +/- 4,8E-02	4,5E-03
²³⁵ U	2,3E-02 +/- 9,0E-03	≤3,0E-03	≤6,0E-03	≤1,0E-02	1,5E-04
²⁴¹ Am	≤1,0E-03	≤3,0E-03	≤5,0E-03	2,8E-02 +/- 9,0E-03	2,6E-05
Spectrométrie alpha					
²²⁶ Ra	≤4,0E-02		2,8E-02 +/- 1,0E-02		3,3E-04
²³⁴ U	6,3E-01 +/- 6,0E-02	5,9E-04 +/- 4,0E-04	5,9E-01 +/- 5,0E-02	1,3E-01 +/- 1,0E-02	5,9E-03
²³⁸ U	1,7E-02 +/- 2,5E-03	≤1,0E-04	2,7E-02 +/- 3,3E-03	4,3E-03 +/- 8,0E-04	2,1E-04
²³⁸ U	4,8E-01 +/- 4,6E-02	≤2,0E-04	4,4E-01 +/- 4,1E-02	9,7E-02 +/- 8,0E-03	4,4E-03
²³⁸ Pu	≤1,0E-03	≤3,0E-03	En attente	En attente	En attente
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	≤6,0E-04	≤2,0E-03	En attente	En attente	En attente
²⁴¹ Am	≤1,0E-03	≤4,0E-04	En attente	En attente	En attente
²⁴⁴ Cm	≤1,0E-03	≤2,0E-04	En attente	En attente	En attente
²³² Th	≤1,0E-02	≤9,0E-03	≤5,0E-03	≤5,0E-03	7,5E-05
Scintillation liquide					
³ H	4,0E+04 +/- 2,9E+03	≤1,0E+00	6,0E+04 +/- 4,3E+03	≤2,0E+00	4,7E+02
¹⁴ C	4,7E+01 +/- 1,3E+01	≤2,0E+00	3,2E+01 +/- 1,0E+01	≤3,0E-01	3,9E-01
³⁶ Cl	≤2,0E-01	≤2,0E-01	≤1,0E-01	≤1,0E-01	1,5E-03
⁶³ Ni	3,2E-01 +/- 7,0E-02	≤5,0E-02	4,1E-01 +/- 9,0E-02	≤7,0E-02	3,5E-03
⁹⁰ Sr	≤7,0E-02	≤4,0E-02	≤4,0E-02	≤4,0E-02	5,5E-04
⁹⁹ Tc	≤1,0E-01	≤3,0E-01	≤8,0E-02	≤8,0E-01	1,9E-02
¹⁵¹ Sm	≤6,0E-02	≤3,0E-01	≤1,0E-01	≤7,0E-01	7,4E-04
²⁴¹ Pu	≤3,0E-02	≤3,0E-02	En attente	En attente	En attente
Spectrométrie X					
⁵⁹ Ni	≤6,0E-01	≤3,0E+00	≤4,0E+00	≤1,0E+00	2,0E-02

Tableau 10-29

Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,0 +/- 0,1	8,6 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	3140 +/- 90	3760 +/- 110	-
	Oxygène dissous	mg/L	8,0 +/- 0,1	9,2 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV	436 +/- 17	371 +/- 15	-
	MES	mg/L	<2	<2	-
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	23 +/- 3	45 +/- 2	0,31
	Chlorures	mg/L	68 +/- 3	93 +/- 5	0,76
	Potassium	mg/L	390 +/- 20	390 +/- 20	3,7
	Sulfates	mg/L	460 +/- 23	540 +/- 27	4,8
Substances indésirables	Baryum	µg/L	26 +/- 1	24 +/- 1	0,00024
	Bore	µg/L	260 +/- 13	220 +/- 11	0,0023
Substances toxiques	Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	0,00000096
	Chrome	µg/L	40 +/- 2	43 +/- 2	0,00040
	Cyanures	µg/L	<5	6,0 +/- 0,3	0,000039
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,00000024
	Nickel	µg/L	4,7 +/- 0,4	5,0 +/- 0,5	0,000046
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,0000048
	Uranium	µg/L	36 +/- 2	23 +/- 1	0,00029
	Zinc	µg/L	5,0 +/- 2,0	4,5 +/- 1,8	0,000046
	HAP indéno pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP benzo (a) pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP benzo (b)	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP benzo	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP benzo pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	Somme des HAP (6)	µg/L	<0,012	<0,012	-

10.9.6 Résultats du point de contrôle BRS0bis

Tableau 10-30 Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis

Information prélèvement			Analyses radiologiques					Analyses physico-chimiques			Relâchements		Rapport des relâchements des bêta insolubles sur les bêta totaux
Point de prélèvement	Date de prélèvement	Vol. rejeté m³	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global soluble Bq/L	BETA insoluble*		Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	MES* mg/L	Bêta soluble MBq	Bêta insoluble MBq	
					Bq/L	Bq/g							
BRS0bis	08/01/24	30,00	3,3E-01	3,3E+00	NR	NR	2,4E+02	1,87	7,7	≤1,00	9,9E-02		
	15/01/24	11,60	2,4E-01	3,6E+00	3,2E-02	3,0E+01	1,1E+02	1,87	7,8	1,2	4,2E-02	4,2E-04	1,0%
	22/01/24	11,05	1,0E-01	4,8E+00	NR	NR	4,9E+01	1,96	7,9	≤1,00	5,3E-02		
	29/01/24	13,10	6,0E-02	3,9E+00	3,8E-02	2,5E-01	3,0E+01	1,87	7,9	149,8	5,1E-02	4,9E-04	1,0%
	05/02/24	9,65	≤ 3,5E-02	4,8E+00	NR	NR	3,0E+01	1,86	8,0	≤1,00	4,6E-02		
	12/02/24	18,15	5,0E-02	4,3E+00	NR	NR	1,6E+02	1,75	7,8	≤1,00	7,8E-02		
	19/02/24	17,70	6,0E-02	4,7E+00	2,0E-02	1,1E+01	6,1E+01	1,75	7,6	1,8	8,3E-02	3,5E-04	0,4%
	26/02/24	27,20	2,5E-01	3,5E+00	5,0E-02	1,8E+01	2,6E+02	1,71	7,8	2,8	9,5E-02	1,4E-03	1,5%
	04/03/24	28,90	4,4E-01	3,8E+00	NR	NR	1,6E+02	1,79	7,5	≤1,00	1,1E-01		
	11/03/24	15,70	2,1E-01	4,2E+00	NR	NR	1,3E+02	1,85	7,6	≤1,00	6,6E-02		
	18/03/24	14,00	1,3E-01	4,8E+00	NR	NR	5,0E+01	1,85	7,6	≤1,00	6,7E-02		
	25/03/24	11,10	5,0E-02	4,7E+00	NR	NR	5,2E+01	1,80	7,6	≤1,00	5,2E-02		
	01/04/24	11,60	1,1E-01	4,3E+00	NR	NR	8,8E+01	1,85	7,8	≤1,00	5,0E-02		
	08/04/24	15,00	5,0E-02	4,1E+00	NR	NR	5,4E+01	2,01	7,9	≤1,00	6,1E-02		
	15/04/24	10,90	5,1E-02	4,6E+00	NR	NR	4,3E+01	1,79	7,7	≤1,00	5,0E-02		
	22/04/24	7,10	4,6E-02	5,0E+00	NR	NR	4,5E+01	1,88	7,7	≤1,00	3,6E-02		
	29/04/24	5,70	4,7E-02	4,8E+00	NR	NR	5,8E+01	2,05	7,9	≤1,00	2,7E-02		
	06/05/24	12,40	5,3E-02	4,9E+00	NR	NR	1,1E+02	1,79	7,8	≤1,00	6,1E-02		
	13/05/24	8,10	6,0E-02	4,3E+00	NR	NR	1,7E+02	1,88	7,7	≤1,00	3,5E-02		
	20/05/24	6,95	7,0E-02	5,5E+00	≤ 1,7E-02	≤9,44E+00	1,3E+02	1,93	7,9	1,8	3,8E-02	≤1,23E-04	NR
	27/05/24	4,60	6,0E-02	5,3E+00	≤ 1,7E-02	≤8,50E+00	1,2E+02	2,02	7,8	2,0	2,4E-02	≤7,65E-05	NR
	03/06/24	6,10	7,0E-02	4,9E+00	NR	NR	8,8E+01	2,04	8,1	≤1,00	3,0E-02		
	10/06/24	3,15	≤ 3,2E-02	6,8E+00	NR	NR	1,2E+02	2,06	8,0	≤1,00	2,1E-02		
	17/06/24	3,60	4,4E-02	7,1E+00	NR	NR	1,2E+02	2,43	7,9	≤1,00	2,6E-02		
	24/06/24	3,40	≤ 3,2E-02	7,6E+00	≤ 1,7E-02	≤1,70E+01	1,2E+02	2,06	7,8	1,0	2,6E-02	≤5,10E-05	NR
	01/07/24	2,60	6,0E-02	7,9E+00	≤ 1,7E-02	≤8,50E+00	1,3E+02	2,04	7,8	2,0	2,1E-02	≤4,25E-05	NR
	08/07/24	2,50	4,4E-02	6,8E+00	≤ 1,7E-02	≤1,21E+01	1,3E+02	2,07	8,2	1,4	1,7E-02	≤4,86E-05	NR
	15/07/24	4,55	7,0E-02	8,3E+00	≤ 1,7E-02	≤9,44E+00	1,4E+02	2,03	8,0	1,8	3,8E-02	≤7,56E-05	NR
	22/07/24	4,50	7,0E-02	9,0E+00	≤ 1,7E-02	≤1,70E+01	1,5E+02	2,06	8,0	1,0	4,1E-02	≤8,50E-05	NR
	29/07/24	5,40	≤ 3,2E-02	7,2E+00	6,5E-01	9,6E+01	1,2E+02	2,13	8,1	6,8	3,9E-02	3,6E-03	8,4%
	05/08/24	4,10	4,3E-02	8,7E+00	6,7E+00	9,9E+01	1,2E+02	2,06	7,6	67,8	3,6E-02	2,8E-02	43,5%
	12/08/24	3,80	≤ 3,3E-02	8,4E+00	NR	NR	1,4E+02	2,03	8,0	≤1,00	3,2E-02		
	19/08/24	3,05	5,0E-02	8,6E+00	3,6E+00	1,0E+02	1,3E+02	2,12	7,6	35,6	2,6E-02	1,1E-02	29,8%
	26/08/24	4,20	2,2E-01	6,7E+00	NR	NR	1,2E+02	2,05	7,9	≤1,00	2,8E-02		
	02/09/24	4,00	≤ 3,2E-02	6,4E+00	6,7E+00	1,0E+02	1,2E+02	2,32	8,2	65,8	2,6E-02	2,7E-02	51,1%
	09/09/24	16,50	4,8E-02	6,9E+00	3,2E-02	2,3E+01	1,3E+02	2,27	8,1	1,4	1,1E-01	5,3E-04	0,5%
	16/09/24	12,40	1,7E-01	5,7E+00	3,0E-02	2,1E+01	3,7E+02	2,08	7,6	1,4	7,1E-02	3,6E-04	0,5%
	23/09/24	6,70	1,3E-01	6,0E+00	NR	NR	2,1E+02	2,26	7,8	≤1,00	4,0E-02		
	30/09/24	6,80	9,0E-02	6,5E+00	NR	NR	1,8E+02	2,26	7,8	≤1,00	4,4E-02		
	07/10/24	7,30	5,0E-02	6,4E+00	≤ 1,7E-02	≤1,06E+01	8,7E+01	2,27	8,1	1,6	4,7E-02	≤1,28E-04	NR
	14/10/24	7,80	≤ 3,2E-02	6,6E+00	≤ 1,7E-02	≤1,06E+01	8,3E+01	2,22	7,9	1,6	5,1E-02	≤1,28E-04	NR
	21/10/24	10,40	6,0E-02	7,3E+00	NR	NR	7,5E+01	2,22	7,6	≤1,00	7,6E-02		
	28/10/24	15,70	7,0E-02	6,1E+00	NR	NR	2,0E+02	2,20	7,8	≤1,00	9,6E-02		
	04/11/24	10,90	1,1E-01	6,0E+00	1,6E+00	1,1E+02	9,3E+01	2,33	7,5	15,2	6,5E-02	1,8E-02	21,5%
	11/11/24	6,80	6,0E-02	5,7E+00	NR	NR	8,9E+01	2,43	7,8	≤1,00	3,9E-02		
	18/11/24	5,10	9,0E-02	8,3E+00	1,0E+01	8,7E+01	7,7E+01	2,52	7,6	120,0	4,2E-02	5,3E-02	55,9%
	25/11/24	17,65	6,0E-02	5,5E+00	3,0E-02	1,7E+01	9,2E+01	2,21	7,6	1,8	9,7E-02	5,4E-04	0,6%
	02/12/24	17,30	4,9E-02	4,9E+00	2,6E-02	1,6E+01	8,4E+01	2,30	7,7	1,6	8,5E-02	4,5E-04	0,5%
	09/12/24	17,00	6,0E-02	4,9E+00	4,4E-02	4,0E+01	1,2E+02	2,02	7,5	1,2	8,3E-02	8,0E-04	1,0%
	16/12/24	12,90	6,6E-02	5,0E+00	NR	NR	7,0E+01	2,02	7,5	≤1,00	6,5E-02		
	23/12/24	15,50	6,4E-02	4,8E+00	NR	NR	4,8E+01	2,19	7,8	≤1,00	7,4E-02		
	30/12/24	10,10	8,1E-02	5,0E+00	NR	NR	6,4E+01	2,29	7,7	≤1,00	5,1E-02		
Somme		542,30									2,77E+00	1,45E-01	

Tableau 10-31 Résultats des analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRS0bis

Paramètres	Unités	10/01/24	09/02/24	28/02/24	20/03/24	24/04/24	25/06/24	17/09/24	31/10/24	02/12/24	27/12/24	Limites réglementaires au BDS
METALLS LOURS												
Bore	µg/L	12	15	11	15	13	17	26	16	17	11	5000
Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	20
Chrome	µg/L	<1	<1	<1	1	<1	1,6	<1	<1	<1	<1	50
Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Nickel	µg/L	<1	<1	1,5	<1	<1	2,5	<1	1	<1	<1	500
Plomb	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	1,8	<1	<1	<1	<1	50
Uranium	µg/L	8,7	<4	13	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	50
MICROPOLLUANTS												
Cyanures	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	100
HAP												
Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	50
Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Somme des HAP	µg/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	

10.9.7

Résultats du point de contrôle BRS-OU

Tableau 10-32

Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche ouest

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global B q/L	Indice bêta global B q/L	Tritium B q/L	potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS-OU	02/01/24	1,1E+00	3,5E+01	4,9E+04	506	7,6	42
	09/01/24	7,2E-01	2,9E+01	3,5E+04	374	7,4	25
	16/01/24	1,0E+00	3,8E+01	5,4E+04	537	7,5	24
	23/01/24	1,0E+00	4,2E+01	5,0E+04	519	7,4	27
	30/01/24	1,1E+00	4,1E+01	4,3E+04	499	7,4	24
	06/02/24	1,0E+00	4,5E+01	4,2E+04	522	7,5	25
	13/02/24	1,1E+00	4,1E+01	4,8E+04	558	7,3	24
	20/02/24	1,1E+00	4,1E+01	5,9E+04	651	8,2	27
	27/02/24	1,7E+00	3,6E+01	3,0E+04	431	7,5	26
	05/03/24	1,8E+00	3,0E+01	7,5E+04	397	7,4	29
	12/03/24	6,0E+00	3,9E+01	5,1E+04	324	7,3	24
	19/03/24	1,7E+00	4,4E+01	5,5E+04	696	7,4	28
	26/03/24	1,5E+00	2,4E+01	5,9E+04	519	7,3	40
	02/04/24	2,1E+00	3,3E+01	6,3E+04	468	7,8	31
	09/04/24	1,1E+00	3,6E+01	6,3E+04	504	7,6	33
	16/04/24	1,3E+00	3,7E+01	6,4E+04	523	7,7	25
	23/04/24	1,4E+00	4,0E+01	6,6E+04	555	8,0	32
	30/04/24	2,1E+00	4,4E+01	7,7E+04	630	7,5	30
	07/05/24	1,5E+00	4,5E+01	8,6E+04	612	7,8	27
	14/05/24	1,5E+00	4,6E+01	7,1E+04	631	7,6	20
	21/05/24	1,2E+00	5,1E+01	6,8E+04	645	8,3	28
	28/05/24	1,8E+00	4,8E+01	6,1E+04	669	8,3	25
	04/06/24	1,3E+00	4,5E+01	5,7E+04	594	8,2	14
	11/06/24	2,0E+00	7,0E+01	1,3E+05	1200	8,0	19
	18/06/24	9,6E-01	3,5E+01	5,6E+04	467	8,4	17
	25/06/24	1,6E+00	4,0E+01	6,3E+04	671	7,4	17
	02/07/24	1,6E+00	3,7E+01	5,3E+04	721	8,2	17
	09/07/24	1,5E+00	3,9E+01	5,3E+04	702	7,5	16
	16/07/24	1,1E+00	4,0E+01	9,0E+04	694	7,8	20
	23/07/24	1,0E+00	3,7E+01	9,5E+04	675	8,0	26
	30/07/24	1,2E+00	4,1E+01	1,1E+05	692	8,5	23
	06/08/24	1,7E+00	4,7E+01	1,1E+05	710	8,2	22
	13/08/24	8,8E-01	4,0E+01	1,2E+05	736	7,8	19
	20/08/24	1,5E+00	4,4E+01	1,1E+05	724	7,8	18
	27/08/24	1,1E+00	4,1E+01	1,1E+05	686	8,0	13
	03/09/24	1,4E+00	4,3E+01	1,1E+05	731	7,9	23
	10/09/24	1,2E+00	3,8E+01	1,4E+05	712	7,9	24
	17/09/24	3,6E+00	4,1E+01	8,2E+04	581	7,7	26
	24/09/24	1,6E+00	3,1E+01	7,2E+04	525	7,5	20
	01/10/24	1,2E+00	3,3E+01	6,1E+04	650	7,6	18
	08/10/24	8,8E-01	3,6E+01	7,3E+04	631	7,6	40
	15/10/24	9,3E-01	3,3E+01	9,7E+04	445	7,6	19
	22/10/24	9,7E-01	2,8E+01	9,8E+04	477	7,7	18
	29/10/24	1,8E+00	4,0E+01	1,0E+05	616	7,8	34
	05/11/24	1,1E+00	3,6E+01	7,4E+04	486	7,8	26
	12/11/24	1,1E+00	3,2E+01	8,7E+04	504	7,6	18
	19/11/24	1,0E+00	3,7E+01	8,7E+04	666	7,8	19
	26/11/24	6,1E-01	2,9E+01	5,9E+04	534	7,9	25
	03/12/24	1,1E+00	2,9E+01	5,1E+04	440	7,6	30
	10/12/24	6,8E-01	2,2E+01	5,6E+04	458	7,6	32
	17/12/24	9,0E-01	2,6E+01	5,3E+04	381	7,5	25
	24/12/24	8,6E-01	3,1E+01	5,4E+04	515	7,5	38
Débit moyen							25

Tableau 10-33 Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie ouest

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS004	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
BRS007	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,05
BRS008	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,06
BRS009	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,03
BRS022	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
BRS100	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
BRS101	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,01
BRS136	06/03/2024	4,20E+00	1,1E+02	6,1E+05	910	8,9	0,46
BRS019	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,10
BRS027	06/03/2024	≤7,3E-01	1,2E+02	3,9E+04	950	9,0	0,85
BRS034	06/03/2024	3,10E-01	1,0E+01	1,4E+04	296	8,1	2,01
BRS041	06/03/2024	≤1,0E-01	4,9E+00	8,7E+03	83	8,3	1,96
BRS137	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
BRS138	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,12
BRS072	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,01
BRS139	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,28
BRS141	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,07
BRS143	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,35
BRS144	06/03/2024	≤4,4E-01	4,0E+01	1,3E+04	532	7,9	0,56
BRS145	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,03
BRS108	06/03/2024	≤9,0E-02	1,1E+00	1,0E+02	4,5	7,8	0,69
BRS110	06/03/2024	1,20E+00	1,2E+01	2,4E+04	1320	8,9	0,62

NR : non réalisable

Tableau 10-34 Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie centrale

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS033	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,14
BRS038	07/03/2024	2,30E-01	6,60E+00	2,26E+03	183	7,9	0,49
BRS039	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
BRS024	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,05
BRS048	07/03/2024	3,7E+01	2,8E+02	1,5E+05	4420	7,4	0,43
BRS049	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,04
BRS081	07/03/2024	≤1,4E+00	1,8E+02	6,3E+04	2780	8,7	0,53
BRS082	07/03/2024	2,5E+00	2,5E+02	8,6E+04	3980	9,0	0,74
BRS107	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,27
BRS088	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,25

NR : non réalisable

10.9.8 Résultats du point de contrôle BRS-ES

Tableau 10-35 Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche est

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS-ES	02/01/24	2,70E+00	4,70E+01	3,08E+04	1120	9,3	7,0
	09/01/24	2,50E+00	3,88E+01	3,78E+04	920	9,2	8,0
	16/01/24	2,10E+00	3,40E+01	4,10E+04	860	9,2	6,0
	23/01/24	1,90E+00	3,44E+01	4,00E+04	743	9,2	7,0
	30/01/24	2,40E+00	3,07E+01	3,02E+04	685	9,1	7,0
	06/02/24	1,50E+00	2,71E+01	2,36E+04	688	9,1	7,0
	13/02/24	1,90E+00	2,82E+01	2,08E+04	669	9,1	7,0
	20/02/24	1,70E+00	3,11E+01	1,62E+04	651	9,1	5,0
	27/02/24	1,20E+00	2,98E+01	1,62E+04	635	9,1	7,0
	05/03/24	1,40E+00	3,04E+01	1,29E+04	639	9,1	8,0
	12/03/24	1,30E+00	3,34E+01	1,28E+04	658	9,1	8,0
	19/03/24	1,40E+00	2,84E+01	1,36E+04	658	9,2	7,0
	26/03/24	1,40E+00	2,63E+01	1,50E+04	631	9,1	7,0
	02/04/24	1,20E+00	2,38E+01	1,87E+04	523	9,1	8,0
	09/04/24	1,20E+00	2,26E+01	1,87E+04	504	9,0	7,0
	16/04/24	1,10E+00	2,26E+01	1,57E+04	560	9,0	6,0
	23/04/24	1,20E+00	2,04E+01	1,37E+04	518	9,0	7,0
	30/04/24	1,20E+00	2,00E+01	1,18E+04	500	9,0	6,0
	07/05/24	1,00E+00	2,05E+01	8,60E+03	557	9,0	5,0
	14/05/24	1,10E+00	2,10E+01	1,02E+04	538	9,0	6,0
	21/05/24	1,30E+00	2,33E+01	9,60E+03	552	9,1	6,0
	28/05/24	8,40E-01	2,10E+01	9,10E+03	520	9,0	5,0
	04/06/24	8,60E-01	2,05E+01	1,00E+04	483	9,1	4,0
	11/06/24	9,30E-01	2,09E+01	1,04E+04	523	9,0	3,0
	18/06/24	1,30E+00	2,36E+01	1,02E+04	522	9,1	3,0
	25/06/24	1,10E+00	2,29E+01	1,13E+04	522	9,1	3,0
	02/07/24	1,20E+00	2,20E+01	1,26E+04	515	9,1	2,0
	09/07/24	1,20E+00	2,12E+01	1,26E+04	497	9,1	3,0
	16/07/24	1,20E+00	2,17E+01	1,11E+04	561	9,2	2,0
	23/07/24	1,30E+00	2,46E+01	1,07E+04	580	9,2	2,0
	30/07/24	1,50E+00	2,46E+01	1,12E+04	559	9,2	3,0
	06/08/24	1,40E+00	2,29E+01	1,12E+04	523	9,0	3,0
	13/08/24	1,20E+00	2,04E+01	1,20E+04	515	9,1	4,0
	20/08/24	1,70E+00	2,19E+01	1,35E+04	518	9,1	3,0
	27/08/24	1,50E+00	2,15E+01	1,54E+04	537	9,2	3,0
	03/09/24	1,60E+00	2,30E+01	1,48E+04	618	9,2	3,0
	10/09/24	1,70E+00	2,56E+01	1,61E+04	637	9,2	3,0
	17/09/24	1,30E+00	2,78E+01	1,58E+04	674	9,2	3,0
	24/09/24	1,80E+00	2,97E+01	1,72E+04	712	9,2	3,0
	01/10/24	1,90E+00	3,33E+01	1,93E+04	800	9,2	3,0
	08/10/24	1,90E+00	3,33E+01	2,15E+04	820	9,2	2,0
	15/10/24	2,70E+00	3,60E+01	2,11E+04	900	9,2	3,0
	22/10/24	2,90E+00	3,31E+01	2,10E+04	900	9,3	2,0
	29/10/24	2,20E+00	3,16E+01	2,72E+04	920	9,3	3,0
	05/11/24	2,70E+00	3,51E+01	3,27E+04	940	9,3	3,0
	12/11/24	2,60E+00	3,93E+01	2,95E+04	1120	9,3	2,0
	19/11/24	3,80E+00	4,60E+01	2,73E+04	1250	9,3	4,0
	26/11/24	3,60E+00	4,50E+01	2,55E+04	1290	9,3	3,0
	03/12/24	3,30E+00	4,50E+01	2,41E+04	1280	9,3	3,0
	10/12/24	3,30E+00	4,90E+01	2,37E+04	1370	9,3	4,0
	17/12/24	2,90E+00	4,80E+01	2,70E+04	1450	9,4	5,0
	24/12/24	2,70E+00	4,80E+01	3,05E+04	1450	9,3	7,0
Débit moyen							4,6

Tableau 10-36 Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie est et sud

	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
Galerie Est	BRS005	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,01
	BRS044	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,08
	BRS102	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
	BRS123	07/03/2024	5,7E-01	7,2E+00	5,9E+03	213	7,8	0,67
	BRS124	07/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,13
Galerie Sud	BRS128	06/03/2024	5,00E-01	5,40E+00	8,10E+03	127	8,1	0,48
	BRS129	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,02
	BRS131	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,14
	BRS132	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,05
	BRS149	06/03/2024	≤6,0E-02	≤8,0E-02	8,7E+01	5	8,0	120
	BRS151	06/03/2024	≤7,0E-02	1,5E+00	9,5E+01	78	8,6	6,40
	BRS153	06/03/2024	NR	NR	NR	NR	NR	0,03

NR : non réalisable

10.9.9 Résultats du point de contrôle PH1

Tableau 10-37 Résultats des analyses radiologiques hebdomadaires des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur mm
PH1	08/01/24	≤ 1,4E-02	≤ 3,7E-02	4,8E+00	0,55	5,7	78
	15/01/24	1,7E-02	3,4E-01	≤ 2,0E+00	0,72	4,7	4,0
	22/01/24	≤ 1,4E-02	7,8E-02	≤ 1,8E+00	0,47	5,3	31,0
	29/01/24	≤ 1,4E-02	5,2E-02	5,3E+00	0,55	6,0	18
	05/02/24	2,7E-02	1,8E-01	4,3E+01	0,47	5,0	4,8
	12/02/24	≤ 1,3E-02	8,5E-02	≤ 2,2E+00	0,39	5,9	51
	19/02/24	≤ 1,3E-02	6,0E-02	6,2E+00	0,21	6,4	48
	26/02/24	≤ 1,4E-02	8,8E-02	1,2E+01	0,67	5,7	80
	04/03/24	≤ 1,3E-02	7,5E-02	4,7E+00	0,56	5,3	64
	11/03/24	≤ 1,3E-02	7,3E-02	≤ 2,0E+00	0,41	6,1	21
	18/03/24	≤ 1,3E-02	8,0E-02	2,0E+00	0,24	5,7	34
	25/03/24	≤ 1,3E-02	1,1E-01	1,1E+01	0,46	5,4	5,9
	01/04/24	≤ 1,3E-02	7,6E-02	≤ 2,4E+00	0,60	6,3	33
	08/04/24	≤ 1,3E-02	≤ 3,7E-02	≤ 1,9E+00	0,43	5,9	33
	15/04/24	≤ 1,4E-02	1,1E-01	6,9E+00	1,17	5,8	19
	22/04/24	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	29/04/24	≤ 1,3E-02	4,0E-02	2,8E+00	0,38	6,1	26
	06/05/24	≤ 1,3E-02	≤ 3,7E-02	≤ 2,1E+00	≤ 0,25	6,4	36
	13/05/24	≤ 1,3E-02	7,0E-02	≤ 2,5E+00	≤ 0,25	5,2	4,6
	20/05/24	≤ 1,3E-02	3,9E-02	≤ 2,1E+00	0,25	6,2	18
	27/05/24	≤ 1,3E-02	1,1E-01	7,5E+00	0,34	5,8	8,2
	03/06/24	≤ 1,3E-02	4,4E-02	3,7E+00	≤ 0,25	5,1	20
	10/06/24	NR	NR	NR	NR	NR	0,1
	17/06/24	≤ 1,3E-02	4,2E-02	3,0E+00	0,47	5,6	23
	24/06/24	3,8E-02	1,1E-01	≤ 2,4E+00	0,38	6,5	6,5
	01/07/24	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	08/07/24	3,4E-02	6,8E-02	≤ 2,6E+00	0,56	6,1	24
	15/07/24	≤ 1,2E-02	7,2E-02	≤ 2,5E+00	0,52	6,5	26
	22/07/24	4,4E-02	8,7E-02	2,9E+00	1,04	6,6	27
	29/07/24	4,2E-02	7,0E-02	≤ 2,6E+00	0,51	6,3	28
	05/08/24	1,2E-01	4,6E-01	≤ 2,8E+00	4,42	7,1	7,4
	12/08/24	≤ 1,3E-02	6,8E-02	4,8E+00	0,39	5,1	11
	19/08/24	≤ 1,3E-02	5,3E-02	1,4E+01	≤ 0,23	5,1	22
	26/08/24	≤ 1,3E-02	7,0E-02	7,7E+00	0,30	5,1	41
	02/09/24	≤ 1,3E-02	1,9E-01	≤ 2,1E+00	0,64	5,2	10
	09/09/24	1,5E-02	≤ 3,6E-02	≤ 2,1E+00	≤ 0,23	5,0	108
	16/09/24	≤ 1,3E-02	9,9E-02	3,0E+01	0,40	5,6	9,5
	23/09/24	2,5E-02	2,9E-01	≤ 2,2E+00	1,72	5,2	4,0
	30/09/24	≤ 1,3E-02	7,9E-02	4,5E+00	0,58	5,3	37
	07/10/24	≤ 1,3E-02	1,1E-01	6,4E+00	0,58	5,5	9,0
	14/10/24	≤ 1,3E-02	≤ 3,6E-02	≤ 2,1E+00	0,33	5,2	25
	21/10/24	≤ 1,3E-02	4,4E-02	≤ 2,2E+00	0,25	6,2	45
	28/10/24	≤ 1,3E-02	1,1E-01	≤ 2,1E+00	0,22	5,5	25
	04/11/24	≤ 1,3E-02	≤ 3,3E-02	≤ 2,7E+00	0,25	5,1	14
	11/11/24	≤ 1,2E-02	1,2E-01	≤ 2,6E+00	0,21	4,8	4,0
	18/11/24	≤ 1,3E-02	2,1E-01	3,9E+01	0,64	4,6	5,5
	25/11/24	1,8E-02	8,1E-02	1,2E+01	0,75	5,8	70
	02/12/24	≤ 1,2E-02	7,5E-02	9,1E+00	0,30	5,3	47
	09/12/24	≤ 1,3E-02	8,2E-02	≤ 2,7E+00	1,84	5,7	35
	16/12/24	3,4E-02	1,2E-01	2,7E+01	0,84	4,4	21
	23/12/24	≤ 1,3E-02	9,1E-02	9,9E+00	0,58	5,2	32
	30/12/24	2,4E-02	1,2E-01	2,4E+01	1,52	4,8	2,5
Somme							1357

Tableau 10-38 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre

Paramètres	Unités	Concentration du premier semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Conductivité	µS/cm	26 +/- 1	273 +/- 8	-
Oxygène dissous	mgO ₂ /L	10,1 +/- 0,1	8,3 +/- 0,1	-
Potentiel redox	mV/ENH	425 +/- 17	515 +/- 21	-
COT	mg/L	2,30 +/- 0,21	6,3 +/- 0,6	-
MES	mg/L	5,00 +/- 0,25	8,0 +/- 0,4	1328
Calcium	mg/L	0,50 +/- 0,12	0,60 +/- 0,03	112
Chlorures	mg/L	15 +/- 1	9,2 +/- 0,5	2453
Potassium	mg/L	0,3 +/- 0,1	0,2 +/- 0,1	51
Nitrates	mg/L	0,8 +/- 0,04	9,4 +/- 0,47	1053
Sulfates	mg/L	2,4 +/- 0,1	<2	344
Aluminium	µg/L	7,0 +/- 0,4	9,3 +/- 0,5	1,7
Baryum	µg/L	<2	<2	0,20
Bore	µg/L	<5	<5	0,51
Cuivre	µg/L	0,9 +/- 0,12	0,9 +/- 0,12	0,18
Fer	µg/L	22 +/- 1	5,0 +/- 1,0	2,7
Manganèse	µg/L	1,3 +/- 0,3	2,0 +/- 0,4	0,34
Arsenic	µg/L	<0,2	<0,2	0,020
Cadmium	µg/L	<0,02	<0,02	0,0020
Chrome	µg/L	0,60 +/- 0,31	0,40 +/- 0,20	0,10
Etain	µg/L	<5	<5	0,51
Mercuré	µg/L	0,021 +/- 0,001	<0,05	0,0047
Nickel	µg/L	1,3 +/- 0,12	1,0 +/- 0,1	0,23
Plomb	µg/L	0,26 +/- 0,15	<0,15	0,034
Zinc	µg/L	8,5 +/- 0,43	4,2 +/- 1,7	1,3
Hydrocarbures	µg/L	110 +/- 22	<20	12

10.9.10 Résultats de la surveillance atmosphérique

Tableau 10-39 Résultats des analyses radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m³	Indice bêta global Bq/m³	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m³	Indice bêta global Bq/m³	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m³	Indice bêta global Bq/m³	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m³	Indice bêta global Bq/m³
AS1	01/01/24	5,10E-06	1,70E-04	AS1	29/03/2024	1,00E-05	1,20E-04	AS1	02/07/24	1,70E-05	2,70E-04	AS1	01/10/24	3,20E-05	2,70E-04
	02/01/24	≤6,75E-06	1,06E-04		01/04/24	4,70E-06	1,50E-04		03/07/24	2,40E-05	3,80E-04		02/10/24	1,50E-05	3,50E-04
	03/01/24	≤8,26E-06	1,28E-04		02/04/24	≤6,84E-06	1,27E-04		04/07/24	1,70E-05	1,90E-04		03/10/24	3,00E-05	5,80E-04
	04/01/24	≤7,79E-06	2,05E-04		03/04/24	7,00E-06	1,80E-04		05/07/24	1,20E-05	2,90E-04		04/10/24	8,00E-05	1,10E-03
	05/01/24	9,00E-06	1,60E-04		04/04/24	≤6,57E-06	1,85E-04		08/07/24	1,10E-05	1,50E-04		07/10/24	4,80E-05	8,00E-04
	08/01/24	8,00E-06	2,40E-04		05/04/24	≤6,82E-06	2,68E-04		09/07/24	4,70E-05	3,80E-04		08/10/24	2,30E-05	5,50E-04
	09/01/24	2,70E-05	5,40E-04		08/04/24	1,70E-05	3,40E-04		10/07/24	1,90E-05	3,60E-04		09/10/24	1,20E-05	2,40E-04
	10/01/24	6,50E-05	1,20E-03		09/04/24	2,10E-05	1,70E-04		11/07/24	8,00E-06	2,90E-04		10/10/24	2,00E-05	2,20E-04
	11/01/24	1,30E-04	1,10E-03		10/04/24	≤7,29E-06	1,47E-04		12/07/24	1,60E-05	3,00E-04		11/10/24	2,20E-05	4,40E-04
	12/01/24	2,50E-05	4,50E-04		11/04/24	≤6,31E-06	1,06E-04		15/07/24	2,70E-05	4,60E-04		14/10/24	3,30E-05	5,40E-04
	15/01/24	1,40E-05	2,60E-04		12/04/24	1,40E-05	2,60E-04		16/07/24	2,70E-05	5,90E-04		15/10/24	2,30E-05	4,90E-04
	16/01/24	1,10E-05	2,20E-04		15/04/24	1,70E-05	3,10E-04		17/07/24	NR	NR		16/10/24	1,10E-04	1,60E-03
	17/01/24	1,50E-05	2,80E-04		16/04/24	1,20E-05	3,00E-04		18/07/24	4,00E-05	8,00E-04		17/10/24	3,70E-05	6,70E-04
	18/01/24	1,50E-05	2,60E-04		17/04/24	1,40E-05	2,00E-04		19/07/24	4,90E-05	9,00E-04		18/10/24	≤8,08E-06	1,69E-04
	19/01/24	≤6,40E-06	1,20E-04		18/04/24	8,00E-06	1,70E-04		22/07/24	2,20E-05	3,50E-04		21/10/24	2,10E-05	3,40E-04
	22/01/24	8,00E-06	1,60E-04		19/04/24	9,00E-06	1,40E-04		23/07/24	1,10E-05	1,50E-04		22/10/24	1,20E-05	4,60E-04
	23/01/24	≤8,13E-06	1,48E-04		22/04/24	2,20E-05	2,80E-04		24/07/24	9,00E-06	1,10E-04		23/10/24	2,50E-05	4,70E-04
	24/01/24	9,00E-06	1,10E-04		23/04/24	3,00E-05	5,40E-04		25/07/24	8,00E-06	1,40E-04		24/10/24	3,40E-05	6,20E-04
	25/01/24	≤6,54E-06	1,03E-04		24/04/24	2,30E-05	4,20E-04		26/07/24	2,40E-05	3,30E-04		25/10/24	7,00E-05	1,30E-03
	26/01/24	1,30E-05	2,60E-04		25/04/24	3,90E-05	5,30E-04		29/07/24	3,90E-05	5,20E-04		28/10/24	1,20E-05	3,80E-04
	29/01/24	1,60E-05	2,70E-04		26/04/24	2,70E-05	5,10E-04		30/07/24	7,00E-05	1,00E-03		29/10/24	2,40E-05	4,80E-04
	30/01/24	3,40E-05	6,40E-04		29/04/24	1,50E-05	2,30E-04		31/07/24	1,10E-04	1,20E-03		30/10/24	8,00E-06	1,00E-04
	31/01/24	1,50E-05	3,50E-04		30/04/24	1,40E-05	2,90E-04		01/08/24	9,00E-05	1,30E-03		31/10/24	2,40E-05	2,90E-04
	01/02/24	7,00E-06	2,80E-04		02/05/24	2,20E-05	4,00E-04		02/08/24	7,00E-05	9,00E-04		01/11/24	9,00E-05	1,10E-03
	02/02/24	≤6,63E-06	1,44E-04		03/05/24	1,40E-05	2,70E-04		05/08/24	2,70E-05	4,40E-04		04/11/24	1,20E-04	1,30E-03
	05/02/24	8,00E-05	6,20E-04		06/05/24	1,30E-05	2,10E-04		06/08/24	5,30E-05	7,00E-04		05/11/24	1,30E-04	2,00E-03
	06/02/24	5,80E-05	7,00E-04		07/05/24	1,00E-05	2,30E-04		07/08/24	2,40E-05	3,80E-04		06/11/24	1,40E-04	2,40E-03
	07/02/24	8,00E-05	1,30E-03		10/05/24	2,40E-05	4,00E-04		08/08/24	2,50E-05	5,10E-04		07/11/24	1,20E-04	2,00E-03
	08/02/24	1,70E-05	2,40E-04		13/05/24	4,20E-05	6,40E-04		09/08/24	4,60E-05	6,60E-04		08/11/24	2,20E-04	2,50E-03
	09/02/24	3,00E-05	3,80E-04		14/05/24	3,10E-05	3,90E-04		12/08/24	4,10E-05	5,40E-04		11/11/24	1,10E-04	1,60E-03
	12/02/24	3,70E-06	1,00E-04		15/05/24	≤7,27E-06	5,90E-05		13/08/24	3,10E-05	4,60E-04		12/11/24	2,50E-05	5,20E-04
	13/02/24	1,20E-05	2,10E-04		16/05/24	≤6,53E-06	8,70E-05		14/08/24	3,40E-05	3,50E-04		13/11/24	3,70E-05	7,00E-04
	14/02/24	≤6,51E-06	8,10E-05		17/05/24	≤6,68E-06	1,11E-04		16/08/24	2,20E-05	2,50E-04		14/11/24	2,90E-05	5,90E-04
	15/02/24	≤6,53E-06	3,15E-04		20/05/24	2,40E-05	3,80E-04		19/08/24	6,70E-05	5,90E-04		15/11/24	1,50E-05	3,60E-04
	16/02/24	2,30E-05	4,50E-04		21/05/24	4,30E-05	6,90E-04		20/08/24	1,30E-04	9,00E-04		18/11/24	1,40E-05	2,90E-04
	19/02/24	8,00E-06	1,90E-04		22/05/24	3,40E-05	7,00E-04		21/08/24	2,20E-05	2,70E-04		19/11/24	8,00E-06	1,50E-04
	20/02/24	1,10E-05	2,70E-04		23/05/24	3,50E-05	6,10E-04		22/08/24	2,60E-05	2,60E-04		20/11/24	1,30E-05	2,20E-04
	21/02/24	≤6,65E-06	1,95E-04		24/05/24	2,90E-05	3,50E-04		23/08/24	2,10E-05	3,50E-04		21/11/24	7,00E-06	2,10E-04
	22/02/24	≤6,62E-06	9,30E-05		27/05/24	1,50E-05	2,60E-04		24/08/24	1,50E-05	3,40E-04		22/11/24	1,50E-05	2,50E-04
	23/02/24	≤7,16E-06	1,00E-04		28/05/24	1,70E-05	3,00E-04		26/08/24	1,70E-05	3,00E-04		25/11/24	2,50E-05	4,20E-04
	26/02/24	4,40E-06	8,00E-05		29/05/24	1,30E-05	2,30E-04		27/08/24	6,10E-05	6,70E-04		26/11/24	≤7,50E-06	1,95E-04
	27/02/24	≤6,79E-06	1,02E-04		30/05/24	2,70E-05	3,50E-04		28/08/24	1,20E-04	1,30E-03		27/11/24	≤6,63E-06	1,14E-04
	28/02/24	≤6,38E-06	1,05E-04		31/05/24	1,10E-05	2,10E-04		29/08/24	5,00E-05	6,70E-04		28/11/24	≤6,50E-06	1,99E-04
	29/02/24	≤6,64E-06	1,15E-04		03/06/24	5,40E-05	4,50E-04		30/08/24	9,00E-05	1,10E-03		29/11/24	1,80E-05	1,70E-04
	01/03/24	7,00E-06	2,00E-04		04/06/24	4,00E-05	5,30E-04		02/09/24	5,90E-05	6,40E-04		02/12/24	2,20E-05	4,00E-04
	04/03/24	3,40E-06	1,00E-04		05/06/24	3,40E-05	4,70E-04		03/09/24	1,50E-05	3,40E-04		03/12/24	≤6,93E-06	1,21E-04
	05/03/24	≤6,81E-06	1,91E-04		06/06/24	4,20E-05	3,70E-04		04/09/24	5,30E-05	5,00E-04		04/12/24	1,10E-05	1,20E-04
	06/03/24	≤6,87E-06	1,06E-04		07/06/24	2,80E-05	3,20E-04		05/09/24	3,00E-05	5,70E-04		05/12/24	1,20E-05	2,70E-04
	07/03/24	7,00E-06	1,70E-04		10/06/24	2,20E-05	2,40E-04		06/09/24	4,80E-05	9,00E-04		06/12/24	≤7,70E-06	1,93E-04
	08/03/24	2,80E-05	5,80E-04		11/06/24	8,00E-06	1,80E-04		09/09/24	6,80E-05	1,20E-03		09/12/24	6,00E-06	1,80E-04
11/03/24	1,70E-05	3,50E-04	12/06/24	1,70E-05	2,20E-04	10/09/24	3,50E-05	7,00E-04	10/12/24	3,50E-05	4,50E-04				
12/03/24	1,10E-05	4,00E-04	13/06/24	2,50E-05	3,70E-04	11/09/24	4,50E-05	6,40E-04	11/12/24	2,90E-05	7,00E-04				
13/03/24	7,00E-06	1,00E-04	14/06/24	1,70E-05	2,90E-04	12/09/24	1,40E-05	2,20E-04	12/12/24	5,50E-05	1,30E-03				
14/03/24	1,00E-05	2,30E-04	17/06/24	1,20E-05	1,70E-04	13/09/24	1,00E-05	2,30E-04	13/12/24	8,00E-05	1,60E-03				
15/03/24	1,50E-05	2,60E-04	18/06/24	9,00E-06	2,10E-04	16/09/24	3,00E-05	5,20E-04	16/12/24	2,70E-05	5,70E-04				
18/03/24	1,30E-05	1,70E-04	19/06/24	2,00E-05	3,40E-04	17/09/24	6,00E-05	6,50E-04	17/12/24	1,60E-05	2,40E-04				
19/03/24	9,00E-06	1,70E-04	20/06/24	1,20E-05	2,90E-04	18/09/24	3,70E-05	5,50E-04	18/12/24	1,90E-05	5,10E-04				
20/03/24	2,00E-05	4,30E-04	21/06/24	1,00E-05	2,60E-04	19/09/24	1,80E-04	2,20E-03	19/12/24	9,00E-06	2,60E-04				
21/03/24	1,40E-05	2,80E-04	24/06/24	2,70E-05	3,50E-04	20/09/24	2,70E-04	3,40E-03	20/12/24	2,00E-05	2,60E-04				
22/03/24	1,40E-05	2,20E-04	25/06/24	≤6,57E-06	1,70E-04	23/09/24	1,30E-04	2,30E-03	23/12/24	2,20E-05	3,50E-04				
25/03/24	9,00E-06	2,00E-04	26/06/24	3,40E-05	4,70E-04	24/09/24	9,00E-05	1,70E-03	24/12/24	1,40E-05	1,50E-04				
26/03/24	1,20E-05	2,80E-04	27/06/24	4,00E-05	5,30E-04	25/09/24	1,50E-04	2,30E-03	26/12/24	≤3,36E-06	1,68E-05				
27/03/24	1,60E-05	2,50E-04	28/06/24	2,70E-05	3,20E-04	26/09/24	2,80E-05	9,00E-04	27/12/24	8,00E-06	1,10E-04				
28/03/24	≤6,81E-06	1,24E-04	01/07/24	1,90E-05	2,40E-04	27/09/24	1,40E-05	2,70E-04	30/12/24	4,30E-05	7,00E-04				
						30/09/24	1,50E-05	2,90E-04	31/12/24	3,30E-05	4,90E-04				

Tableau 10-40 Résultats des mesures complémentaires gamma sur filtre ayant une valeur bêta global supérieur à 2 mBq/m³

Point de prélèvement	Date de prélèvement	⁷ Be Bq/m ³	⁴⁰ K Bq/m ³	⁶⁰ Co Bq/m ³	¹³⁴ Cs Bq/m ³	¹³⁷ Cs Bq/m ³	²¹⁰ Pb Bq/m ³
AS1	19/09/2024	9,7E-03	≤1,2E-03	≤7,0E-05	≤5,4E-05	≤6,6E-05	3,1E-03
AS1	20/09/2024	1,4E-02	≤1,2E-03	≤7,1E-05	≤5,8E-05	≤6,3E-05	4,3E-03
AS1	23/09/2024	8,9E-03	≤4,1E-04	≤2,5E-05	≤2,0E-05	≤2,2E-05	3,0E-03
AS1	25/09/2024	1,0E-02	≤1,1E-03	≤7,0E-05	≤5,4E-05	≤6,1E-05	2,7E-03
AS1	05/11/2024	4,6E-03	≤1,3E-03	≤6,9E-05	≤5,7E-05	≤6,2E-05	2,0E-03
AS1	06/11/2024	6,0E-03	≤1,2E-03	≤7,2E-05	≤5,6E-05	≤6,5E-05	2,6E-03
AS1	07/11/2024	6,4E-03	≤9,8E-04	≤7,7E-05	≤5,5E-05	≤5,9E-05	1,9E-03
AS1	08/11/2024	6,7E-03	≤1,1E-03	≤6,7E-05	≤5,7E-05	≤5,7E-05	2,8E-03

Tableau 10-41 Résultats des analyses de tritium global dans l'air et sous forme de vapeur d'eau (HTO) et gazeuse (HT)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	HTO Bq/m ³	HT Bq/m ³	H3 global Bq/m ³	Point de prélèvement	Date de prélèvement	HTO Bq/m ³	HT Bq/m ³	H3 global Bq/m ³
AS1	08/01/2024	1,3E-01	≤7,7E-02	≤2,1E-01	AS1	08/07/2024	3,4E-01	2,6E-01	6,0E-01
	15/01/2024	≤6,2E-02	≤6,9E-02	≤1,3E-01		15/07/2024	≤1,1E-01	1,0E-01	≤2,1E-01
	22/01/2024	≤6,2E-02	≤6,9E-02	≤1,3E-01		22/07/2024	2,7E-01	3,5E-01	6,2E-01
	29/01/2024	1,1E-01	1,2E-01	2,3E-01		29/07/2024	2,9E-01	1,6E-01	4,5E-01
	05/02/2024	2,5E-01	1,9E-01	4,4E-01		05/08/2024	≤9,0E-02	≤7,9E-02	≤1,7E-01
	12/02/2024	2,5E-01	≤8,8E-02	≤3,4E-01		12/08/2024	3,0E-01	7,1E-01	1,0E+00
	19/02/2024	2,2E-01	6,5E-01	8,7E-01		19/08/2024	3,3E-01	5,2E-01	8,5E-01
	26/02/2024	2,6E-01	2,2E-01	4,8E-01		26/08/2024	3,4E-01	5,3E-01	8,7E-01
	04/03/2024	3,5E-01	1,7E-01	5,2E-01		02/09/2024	1,1E-01	1,4E-01	2,5E-01
	11/03/2024	≤9,4E-02	≤8,3E-02	≤1,8E-01		09/09/2024	1,5E-01	3,2E-01	4,7E-01
	18/03/2024	1,2E-01	≤8,4E-02	≤2,0E-01		16/09/2024	1,4E-01	3,8E-01	5,2E-01
	25/03/2024	≤8,9E-02	≤9,2E-02	≤1,8E-01		23/09/2024	≤9,4E-02	≤8,1E-02	≤1,8E-01
	01/04/2024	≤8,0E-02	≤8,8E-02	≤1,7E-01		30/09/2024	2,6E-01	2,1E-01	4,7E-01
	08/04/2024	≤8,7E-02	≤8,9E-02	≤1,8E-01		07/10/2024	2,3E-01	3,3E-01	5,6E-01
	15/04/2024	≤1,1E-01	≤1,0E-01	≤2,1E-01		14/10/2024	≤8,4E-02	≤8,3E-02	≤1,7E-01
	22/04/2024	≤1,0E-01	≤1,0E-01	≤2,0E-01		21/10/2024	2,1E-01	3,1E-01	5,2E-01
	29/04/2024	≤9,5E-02	≤9,8E-02	≤1,9E-01		28/10/2024	1,5E-01	1,8E-01	3,3E-01
	06/05/2024	2,3E-01	≤8,3E-02	≤3,1E-01		04/11/2024	≤1,0E-01	≤1,0E-01	≤2,0E-01
	13/05/2024	≤8,8E-02	≤8,3E-02	≤1,7E-01		11/11/2024	≤1,0E-01	≤9,9E-02	≤2,0E-01
	20/05/2024	≤8,8E-02	≤8,5E-02	≤1,7E-01		18/11/2024	1,2E-01	5,3E-01	6,5E-01
	27/05/2024	1,9E-01	≤8,5E-02	≤2,7E-01		25/11/2024	≤9,0E-02	3,4E-01	≤4,3E-01
	03/06/2024	≤9,3E-02	≤8,0E-02	≤1,7E-01		02/12/2024	≤1,1E-01	≤1,0E-01	≤2,1E-01
	10/06/2024	2,3E-01	9,0E-02	3,2E-01		09/12/2024	≤1,0E-01	≤1,1E-01	≤2,1E-01
	17/06/2024	2,1E-01	≤8,2E-02	≤2,9E-01		16/12/2024	≤9,5E-02	4,0E-01	≤5,0E-01
	24/06/2024	1,4E-01	≤8,3E-02	≤2,2E-01		23/12/2024	1,9E-01	1,6E-01	3,5E-01
	01/07/2024	1,2E-01	≤8,6E-02	≤2,1E-01		30/12/2024	2,5E-01	≤1,0E-01	≤3,5E-01

Tableau 10-42

Résultats des analyses par spectrométrie gamma des végétaux de la couverture du CSM

Points de prélèvement	Date de prélèvement	⁷ Be Bq/kg sec	⁴⁰ K Bq/kg sec	⁶⁰ Co Bq/kg sec	¹⁰⁶ RuRh Bq/kg sec	¹²⁵ Sb Bq/kg sec	¹³⁴ Cs Bq/kg sec	¹³⁷ Cs Bq/kg sec
V1	05/01/24	1,6E+03 +/- 2,7E+02	5,2E+02 +/- 5,0E+01	≤5,3E-01	≤3,5E+00	≤1,2E+00	≤5,3E-01	≤4,0E-01
	06/02/24	1,8E+03 +/- 3,0E+02	4,1E+02 +/- 4,3E+01	≤5,4E-01	≤3,6E+00	≤1,3E+00	≤5,0E-01	≤4,1E-01
	07/03/24	2,1E+03 +/- 3,6E+02	4,0E+02 +/- 4,2E+01	≤5,4E-01	≤3,6E+00	≤1,2E+00	≤5,0E-01	≤4,2E-01
	02/04/24	1,4E+03 +/- 1,1E+02	4,3E+02 +/- 3,8E+01	≤5,0E-01	≤3,7E+00	≤1,0E+00	≤4,1E-01	≤4,2E-01
	07/05/24	4,8E+02 +/- 3,9E+01	5,0E+02 +/- 4,4E+01	≤5,0E-01	≤3,7E+00	≤9,6E-01	≤4,2E-01	≤4,2E-01
	06/06/24	2,3E+02 +/- 1,9E+01	5,4E+02 +/- 4,6E+01	≤4,8E-01	≤3,5E+00	≤9,1E-01	≤3,8E-01	≤4,1E-01
	04/07/24	1,6E+02 +/- 1,4E+01	4,8E+02 +/- 4,2E+01	≤4,7E-01	≤3,5E+00	≤9,0E-01	≤3,9E-01	≤4,0E-01
	08/08/24	3,1E+02 +/- 2,5E+01	5,4E+02 +/- 4,6E+01	≤4,8E-01	≤3,5E+00	≤9,2E-01	≤4,0E-01	≤4,1E-01
	06/09/24	4,1E+02 +/- 3,4E+01	5,7E+02 +/- 5,0E+01	≤5,2E-01	≤3,7E+00	≤9,9E-01	≤4,1E-01	≤4,3E-01
	04/10/24	5,7E+02 +/- 4,6E+01	5,6E+02 +/- 4,9E+01	≤4,7E-01	≤3,5E+00	≤9,5E-01	≤4,1E-01	≤4,1E-01
	06/11/24	6,1E+02 +/- 5,0E+01	7,2E+02 +/- 6,0E+01	≤5,2E-01	≤3,8E+00	≤1,0E+00	≤4,5E-01	≤4,5E-01
	04/12/24	9,6E+02 +/- 1,7E+02	5,8E+02 +/- 6,0E+01	≤5,5E-01	≤3,3E+00	≤1,2E+00	≤5,0E-01	≤4,8E-01
V2	05/01/24	1,5E+03 +/- 1,2E+02	5,1E+02 +/- 4,5E+01	≤4,8E-01	≤3,6E+00	≤1,0E+00	≤4,3E-01	4,2E-01 +/- 1,7E-01
	06/02/24	1,5E+03 +/- 1,2E+02	3,6E+02 +/- 3,1E+01	≤4,4E-01	≤3,3E+00	≤9,2E-01	≤3,7E-01	≤3,8E-01
	07/03/24	1,8E+03 +/- 1,4E+02	3,8E+02 +/- 3,3E+01	≤4,3E-01	≤3,3E+00	≤9,1E-01	≤3,7E-01	≤3,7E-01
	02/04/24	1,0E+03 +/- 1,8E+02	5,7E+02 +/- 6,0E+01	≤5,3E-01	≤3,7E+00	≤1,2E+00	≤5,2E-01	≤4,1E-01
	07/05/24	6,9E+02 +/- 6,0E+01	4,9E+02 +/- 4,3E+01	≤4,9E-01	≤3,6E+00	≤9,6E-01	≤4,0E-01	≤4,1E-01
	06/06/24	2,1E+02 +/- 1,8E+01	5,2E+02 +/- 4,5E+01	≤4,6E-01	≤3,4E+00	≤8,9E-01	≤3,9E-01	≤3,8E-01
	04/07/24	1,0E+02 +/- 9,0E+00	4,7E+02 +/- 4,1E+01	≤4,8E-01	≤3,5E+00	≤9,0E-01	≤3,9E-01	≤4,0E-01
	09/08/24	3,9E+02 +/- 3,2E+01	5,1E+02 +/- 4,4E+01	≤4,9E-01	≤3,6E+00	≤9,5E-01	≤4,1E-01	≤4,2E-01
	06/09/24	3,3E+02 +/- 2,8E+01	6,6E+02 +/- 6,0E+01	≤5,3E-01	≤3,8E+00	≤9,8E-01	≤4,2E-01	≤4,5E-01
	04/10/24	5,4E+02 +/- 4,4E+01	5,5E+02 +/- 4,8E+01	≤5,1E-01	≤3,6E+00	≤9,8E-01	≤4,2E-01	≤4,3E-01
	06/11/24	6,6E+02 +/- 1,2E+02	5,9E+02 +/- 6,0E+01	≤5,6E-01	≤3,7E+00	≤1,2E+00	≤5,5E-01	3,7E-01 +/- 1,8E-01
	04/12/24	1,1E+03 +/- 8,0E+01	6,4E+02 +/- 5,0E+01	≤5,1E-01	≤3,6E+00	≤1,0E+00	≤4,3E-01	≤4,3E-01

Tableau 10-43 Résultats des mesures du rayonnement ambiant

Point de prélèvement	Débits de dose moyens mensuels en nanoGy/h											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
D01	101	101	101	91	94	89	88	97	94	108	101	91
D05	88	72	86	78	81	89	76	83	67	94	101	91
D07	101	101	101	91	94	89	88	97	94	108	101	104
D09	101	86	101	91	94	104	101	111	81	94	101	104
D11	76	86	86	78	81	104	88	97	81	108	101	104
D14	88	86	101	78	94	89	88	97	81	81	101	91
D17	101	86	101	78	81	104	88	83	81	81	101	78
D18	101	86	86	78	94	89	88	97	81	94	86	78
D19	88	101	101	78	81	89	76	83	81	94	101	91
D21	101	101	101	91	94	89	88	97	81	108	86	91
DSTATION	101	86	101	91	94	104	101	97	94	94	101	91

Tableau 10-44 Résultats des mesures de radon atmosphériques

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Radon Bq/m³
Rn1n	31/01/2024	2,1E+00
	29/02/2024	1,5E+00
	29/03/2024	1,7E+00
	29/04/2024	1,1E+00
	31/05/2024	3,8E+00
	28/06/2024	1,7E+00
	31/07/2024	2,7E+00
	30/08/2024	7,7E+00
	30/09/2024	4,3E+00
	31/10/2024	2,4E+00
	29/11/2024	3,3E+00
	30/12/2024	3,3E+00
Rn2s	31/01/2024	1,3E+00
	29/02/2024	5,1E-01
	29/03/2024	1,2E+00
	29/04/2024	≤2,29E-01
	31/05/2024	1,5E+00
	28/06/2024	7,9E-01
	31/07/2024	1,8E+00
	30/08/2024	4,2E-01
	30/09/2024	8,9E-01
	31/10/2024	4,4E-01
	29/11/2024	8,0E-01
	30/12/2024	6,0E-01

10.9.11 Résultats des eaux souterraines

Tableau 10-45 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO001	02/01/2024	Mensuelle	7,4E-02	1,5E-01	5,5E+00	0,90	5,4	167,85	4,5E+00
	01/02/2024	Mensuelle	1,1E-01	2,0E-01	5,0E+00	1,34	4,7	167,43	
	04/03/2024	Mensuelle	1,2E-01	2,0E-01	≤ 2,7E+00	1,11	5,2	168,33	
	03/04/2024	Mensuelle	1,0E-01	1,3E-01	4,5E+00	0,99	4,7	167,68	
	02/05/2024	Mensuelle	1,3E-01	1,9E-01	5,2E+00	1,39	4,9	166,88	
	18/06/2024	Mensuelle	7,1E-02	9,4E-02	7,6E+00	0,90	4,7	165,40	
	03/07/2024	Mensuelle	6,6E-02	1,6E-01	5,9E+00	0,95	5,1	164,78	
	01/08/2024	Mensuelle	8,6E-02	2,2E-01	4,6E+00	1,07	5,2	164,36	
	04/09/2024	Mensuelle	1,0E-01	1,8E-01	5,4E+00	1,07	4,8	163,98	
	02/10/2024	Mensuelle	7,5E-02	1,6E-01	≤ 2,4E+00	1,01	5,3	164,55	
	04/11/2024	Mensuelle	8,0E-02	1,5E-01	≤ 2,9E+00	0,99	4,8	165,06	
	04/12/2024	Mensuelle	1,3E-01	2,4E-01	≤ 2,8E+00	1,11	4,6	165,60	
PO031	01/02/2024	Semestrielle	3,4E-02	1,7E-01	≤ 2,2E+00	2,39	5,6	167,29	≤ 2,2E+00
	01/08/2024	Semestrielle	4,7E-02	1,3E-01	≤ 2,2E+00	2,34	5,3	164,31	
PO120	02/01/2024	Mensuelle	3,9E-01	6,2E-01	1,3E+04	1,07	5,0	149,30	7,9E+03
	01/02/2024	Mensuelle	2,5E-01	4,2E-01	5,5E+03	1,20	5,1	148,84	
	04/03/2024	Mensuelle	2,9E-01	4,5E-01	7,0E+03	1,20	4,9	149,53	
	03/04/2024	Mensuelle	2,5E-01	3,5E-01	8,6E+02	0,99	4,9	148,97	
	02/05/2024	Mensuelle	3,7E-01	4,5E-01	5,3E+03	0,95	4,9	148,39	
	03/06/2024	Mensuelle	2,5E-01	3,4E-01	5,7E+03	0,81	4,9	147,73	
	03/07/2024	Mensuelle	1,7E-01	3,1E-01	8,3E+03	0,73	5,0	146,95	
	01/08/2024	Mensuelle	2,1E-01	3,4E-01	9,2E+03	0,87	5,1	146,87	
	04/09/2024	Mensuelle	2,7E-01	4,2E-01	1,2E+04	0,81	5,1	146,65	
	03/10/2024	Mensuelle	3,1E-01	4,4E-01	1,1E+04	0,92	4,9	147,12	
	04/11/2024	Mensuelle	2,9E-01	4,0E-01	9,7E+03	0,90	5,1	147,63	
	03/12/2024	Mensuelle	3,4E-01	4,7E-01	8,4E+03	0,93	5,8	147,98	
PO131	01/02/2024	Bimestrielle	8,5E-02	2,7E-01	1,4E+04	3,05	6,3	151,78	1,4E+04
	03/04/2024	Bimestrielle	8,7E-02	2,7E-01	1,2E+04	2,55	6,2	151,89	
	03/06/2024	Bimestrielle	9,7E-02	2,8E-01	1,5E+04	2,71	5,8	151,12	
	01/08/2024	Bimestrielle	8,7E-02	2,6E-01	1,5E+04	2,80	6,1	150,69	
	03/10/2024	Bimestrielle	5,9E-02	2,7E-01	1,5E+04	2,91	5,7	150,92	
	03/12/2024	Bimestrielle	1,1E-01	2,5E-01	1,3E+04	3,14	5,6	151,40	
PO132	01/02/2024	Bimestrielle	9,3E-02	2,5E-01	1,4E+03	0,75	4,8	147,57	1,3E+03
	03/04/2024	Bimestrielle	5,6E-02	1,8E-01	1,0E+03	0,73	4,6	147,72	
	03/06/2024	Bimestrielle	7,9E-02	2,7E-01	1,2E+03	0,81	4,6	146,32	
	01/08/2024	Bimestrielle	9,3E-02	2,5E-01	1,2E+03	0,82	4,9	145,50	
	03/10/2024	Bimestrielle	6,1E-02	1,7E-01	1,5E+03	0,75	5,0	145,74	
	03/12/2024	Bimestrielle	6,2E-02	1,8E-01	1,4E+03	0,75	4,8	146,83	
PO133	01/02/2024	Bimestrielle	4,3E-02	1,4E-01	1,1E+02	2,23	4,8	147,48	2,1E+02
	03/04/2024	Bimestrielle	4,0E-02	1,5E-01	2,8E+02	2,25	5,0	147,67	
	03/06/2024	Bimestrielle	3,5E-02	1,0E-01	3,4E+02	1,87	4,5	146,22	
	01/08/2024	Bimestrielle	3,7E-02	1,0E-01	2,7E+02	2,00	5,2	145,42	
	03/10/2024	Bimestrielle	2,8E-02	9,4E-02	1,7E+02	1,81	4,8	145,67	
	02/12/2024	Bimestrielle	4,2E-02	1,3E-01	1,1E+02	2,20	5,1	146,79	
PO134	02/01/2024	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,3E+02	2,23	5,4	147,42	2,3E+02
	01/02/2024	Mensuelle	2,2E-02	1,2E-01	8,6E+01	2,32	5,2	146,26	
	04/03/2024	Mensuelle	3,2E-02	1,1E-01	1,2E+03	2,03	5,1	147,31	
	03/04/2024	Mensuelle	2,7E-02	1,1E-01	9,6E+01	2,34	5,5	146,55	
	02/05/2024	Mensuelle	2,1E-02	1,2E-01	4,3E+02	2,57	5,2	146,07	
	03/06/2024	Mensuelle	2,9E-02	1,0E-01	1,1E+02	2,32	5,2	145,21	
	03/07/2024	Mensuelle	2,8E-02	1,0E-01	1,1E+02	2,39	5,4	144,51	
	01/08/2024	Mensuelle	2,5E-02	1,1E-01	1,2E+02	2,25	5,3	144,69	
	04/09/2024	Mensuelle	2,3E-02	8,7E-02	1,2E+02	2,23	5,2	144,52	
	03/10/2024	Mensuelle	2,8E-02	1,3E-01	1,0E+02	2,27	5,1	145,00	
	04/11/2024	Mensuelle	2,3E-02	8,8E-02	2,1E+02	2,16	5,2	145,37	
	02/12/2024	Mensuelle	2,1E-02	1,3E-01	1,0E+02	2,39	5,0	145,97	
PO135	01/02/2024	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,5E+02	0,47	5,2	154,16	1,4E+02
	03/04/2024	Bimestrielle	2,5E-02	6,9E-02	1,1E+02	0,47	5,1	154,32	
	03/06/2024	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	6,1E-02	1,3E+02	0,55	5,0	152,80	
	01/08/2024	Bimestrielle	2,3E-02	7,4E-02	1,5E+02	0,56	5,4	152,51	
	03/10/2024	Bimestrielle	2,6E-02	7,9E-02	2,0E+02	0,49	5,1	152,95	
	02/12/2024	Bimestrielle	2,0E-02	6,6E-02	9,1E+01	0,48	5,1	153,79	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global	Indice bêta global	Tritium	Potassium	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L			
PO136	02/01/24	Mensuelle	4,1E-02	3,3E-01	4,1E+03	3,82	5,0	147,21	3,0E+03
	01/02/24	Mensuelle	2,2E-02	3,1E-01	4,0E+03	4,00	5,2	146,30	
	04/03/24	Mensuelle	4,2E-02	2,8E-01	4,4E+03	4,10	5,3	147,30	
	03/04/24	Mensuelle	3,2E-02	3,1E-01	4,7E+03	3,95	4,8	146,48	
	02/05/24	Mensuelle	4,1E-02	2,7E-01	3,4E+03	3,51	5,4	145,93	
	03/06/24	Mensuelle	3,1E-02	3,3E-01	4,1E+03	2,88	5,1	145,13	
	03/07/24	Mensuelle	2,9E-02	2,4E-01	3,3E+03	2,99	5,4	144,33	
	01/08/24	Mensuelle	3,8E-02	2,2E-01	3,0E+03	3,17	5,1	143,68	
	04/09/24	Mensuelle	3,6E-02	2,2E-01	3,2E+03	2,68	5,2	144,12	
	02/10/24	Mensuelle	3,5E-02	2,6E-01	1,8E+03	3,82	5,0	144,72	
	05/11/24	Mensuelle	3,1E-02	1,9E-01	3,7E+02	4,22	4,9	145,14	
	04/12/24	Mensuelle	4,0E-02	1,9E-01	1,6E+02	4,00	4,9	145,83	
PO137	02/01/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,5E-01	3,4E+03	2,23	5,4	148,15	2,9E+03
	01/02/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,8E-01	3,3E+03	2,30	5,4	147,33	
	04/03/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,7E-01	3,4E+03	2,21	5,4	148,52	
	03/04/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,5E-01	3,1E+03	2,25	5,3	147,45	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,6E-01	2,6E+03	2,30	5,4	146,57	
	03/06/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,8E-01	2,6E+03	2,32	5,2	145,67	
	03/07/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,5E-01	2,8E+03	2,25	5,6	144,63	
	01/08/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,9E-01	2,8E+03	2,25	5,6	144,40	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,7E-01	3,0E+03	2,23	5,6	143,97	
	02/10/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,4E-01	3,0E+03	2,22	5,3	144,68	
	04/11/24	Mensuelle	1,7E-02	1,7E-01	2,8E+03	2,34	5,4	145,26	
	04/12/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,5E-01	2,7E+03	2,39	5,4	146,19	
PO138	02/01/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,6E-01	2,6E+02	2,69	4,9	148,50	1,8E+02
	01/02/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,5E-01	2,2E+02	2,86	4,9	147,65	
	04/03/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,6E-01	2,3E+02	2,77	4,8	149,01	
	03/04/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,9E-01	1,5E+02	3,01	4,8	147,77	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,2E-01	1,2E+02	2,85	5,1	146,70	
	04/06/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	1,2E+02	2,80	4,9	145,60	
	03/07/24	Mensuelle	2,1E-02	1,6E-01	1,5E+02	2,89	5,1	144,39	
	01/08/24	Mensuelle	2,3E-02	1,6E-01	1,5E+02	2,99	5,2	143,96	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,3E-01	2,0E+02	2,68	4,9	143,46	
	02/10/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,3E-01	2,2E+02	2,82	5,0	144,25	
	04/11/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,5E-01	1,5E+02	2,99	4,8	144,91	
	04/12/24	Mensuelle	2,5E-02	1,7E-01	1,5E+02	3,14	4,9	146,13	
PO139	02/01/24	Mensuelle	1,1E-01	3,2E-01	5,7E+01	3,34	5,8	148,57	3,7E+02
	01/02/24	Mensuelle	7,3E-02	3,0E-01	3,7E+02	3,06	5,8	147,65	
	04/03/24	Mensuelle	1,5E-01	3,5E-01	1,7E+01	3,33	5,8	149,03	
	03/04/24	Mensuelle	8,8E-02	2,7E-01	3,4E+02	2,89	5,6	147,77	
	02/05/24	Mensuelle	5,9E-02	2,1E-01	4,1E+02	2,57	5,3	146,68	
	04/06/24	Mensuelle	6,5E-02	2,6E-01	4,1E+02	2,52	5,3	145,59	
	03/07/24	Mensuelle	5,1E-02	2,2E-01	4,4E+02	2,62	5,2	144,37	
	01/08/24	Mensuelle	4,6E-02	2,2E-01	3,8E+02	2,80	5,3	143,93	
	04/09/24	Mensuelle	5,9E-02	2,6E-01	2,9E+02	2,91	5,1	143,38	
	02/10/24	Mensuelle	8,3E-02	2,6E-01	5,7E+02	3,00	5,1	144,18	
	04/11/24	Mensuelle	8,2E-02	2,5E-01	7,6E+02	3,08	5,6	144,88	
	04/12/24	Mensuelle	1,2E-01	2,8E-01	4,2E+02	3,43	5,7	146,10	
PO140	02/01/24	Mensuelle	3,2E-02	4,7E-01	8,3E+02	2,69	5,1	148,62	8,6E+02
	01/02/24	Mensuelle	1,8E-02	4,1E-01	8,6E+02	2,77	5,0	147,80	
	04/03/24	Mensuelle	2,2E-02	4,3E-01	5,0E+02	2,86	4,9	149,06	
	03/04/24	Mensuelle	2,2E-02	3,3E-01	1,7E+03	2,61	4,9	147,88	
	02/05/24	Mensuelle	3,2E-02	4,9E-01	3,0E+02	3,04	5,0	146,71	
	04/06/24	Mensuelle	3,1E-02	4,1E-01	1,2E+03	2,89	5,1	145,84	
	03/07/24	Mensuelle	4,5E-02	4,0E-01	3,4E+02	3,08	5,2	144,66	
	01/08/24	Mensuelle	2,5E-02	3,3E-01	7,9E+02	2,80	5,1	144,28	
	04/09/24	Mensuelle	2,0E-02	2,9E-01	1,2E+03	2,68	5,1	143,80	
	02/10/24	Mensuelle	3,3E-02	3,2E-01	1,1E+03	2,73	5,1	144,53	
	04/11/24	Mensuelle	3,3E-02	3,3E-01	1,1E+03	2,71	4,8	145,21	
	04/12/24	Mensuelle	2,3E-02	4,6E-01	4,1E+02	3,04	4,9	146,30	
PO142	01/02/24	Bimestrielle	3,9E-02	2,2E-01	3,8E+01	3,05	5,0	154,14	3,6E+01
	03/04/24	Bimestrielle	4,0E-02	2,1E-01	5,5E+01	2,99	4,7	154,39	
	04/06/24	Bimestrielle	5,5E-02	1,8E-01	3,4E+01	2,43	4,6	151,69	
	01/08/24	Bimestrielle	5,0E-02	2,0E-01	3,5E+01	2,70	5,0	149,44	
	02/10/24	Bimestrielle	4,9E-02	1,9E-01	2,7E+01	2,45	4,7	149,69	
	04/12/24	Bimestrielle	2,3E-02	1,4E-01	3,0E+01	2,39	4,8	151,80	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO143	01/02/24	Bimestrielle	7,3E-02	1,4E-01	6,9E+01	0,99	5,1	155,71	5,4E+02
	03/04/24	Bimestrielle	8,5E-02	1,7E-01	4,0E+01	1,04	5,0	155,82	
	04/06/24	Bimestrielle	9,8E-02	1,5E-01	7,1E+02	0,99	5,0	153,66	
	01/08/24	Bimestrielle	9,6E-02	1,4E-01	1,5E+03	0,90	5,2	151,52	
	02/10/24	Bimestrielle	1,4E-01	2,2E-01	7,2E+02	0,92	4,9	152,33	
	04/12/24	Bimestrielle	7,6E-02	1,8E-01	2,7E+02	0,93	4,9	154,48	
PO150	01/02/24	Bimestrielle	1,2E-01	2,0E-01	1,8E+01	1,87	6,1	157,31	1,7E+01
	03/04/24	Bimestrielle	1,3E-01	1,9E-01	1,9E+01	2,01	5,8	157,46	
	03/06/24	Bimestrielle	1,0E-01	2,0E-01	1,9E+01	2,16	5,9	156,26	
	01/08/24	Bimestrielle	8,3E-02	1,9E-01	2,0E+01	1,97	6,0	155,55	
	02/10/24	Bimestrielle	1,2E-01	2,6E-01	1,7E+01	1,86	6,6	156,01	
	03/12/24	Bimestrielle	2,1E-01	4,9E-01	6,0E+00	3,52	5,8	156,91	
PO151	01/02/24	Bimestrielle	3,6E-02	8,0E-02	5,9E+00	0,73	5,4	157,06	≤ 4,2E+00
	03/04/24	Bimestrielle	1,7E-02	6,2E-02	≤ 2,4E+00	0,82	5,4	157,16	
	03/06/24	Bimestrielle	3,9E-02	8,9E-02	6,2E+00	0,81	5,2	156,16	
	01/08/24	Bimestrielle	2,7E-02	7,7E-02	5,3E+00	0,82	5,5	155,56	
	02/10/24	Bimestrielle	2,2E-02	6,5E-02	≤ 2,6E+00	0,78	5,3	156,01	
	03/12/24	Bimestrielle	3,1E-02	8,9E-02	≤ 2,7E+00	0,75	5,4	156,76	
PO152	01/02/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	9,7E-02	3,1E+01	0,93	5,5	157,09	2,7E+01
	03/04/24	Bimestrielle	≤ 1,5E-02	5,8E-02	2,6E+01	0,99	5,4	157,17	
	03/06/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	3,7E-02	3,2E+01	1,08	5,4	156,16	
	01/08/24	Bimestrielle	1,9E-02	1,1E-01	2,9E+01	1,08	5,6	155,58	
	03/10/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	7,1E-02	3,2E+01	1,01	5,4	156,02	
	03/12/24	Bimestrielle	1,7E-02	4,4E-02	1,1E+01	1,02	5,2	156,77	
PO153	01/02/24	Bimestrielle	2,5E-02	1,3E-01	8,5E+02	3,24	6,1	155,99	8,5E+02
	03/04/24	Bimestrielle	2,1E-02	1,4E-01	8,9E+02	3,27	6,0	156,31	
	03/06/24	Bimestrielle	3,1E-02	1,4E-01	1,4E+03	2,80	6,0	154,99	
	01/08/24	Bimestrielle	3,3E-02	1,5E-01	6,0E+02	3,08	6,3	154,70	
	03/10/24	Bimestrielle	3,4E-02	1,7E-01	7,0E+02	3,10	5,8	155,30	
	03/12/24	Bimestrielle	3,9E-02	1,2E-01	6,7E+02	3,23	5,9	156,24	
PO154	01/02/24	Bimestrielle	2,3E-01	4,6E-01	7,5E+00	6,37	7,1	158,75	4,8E+00
	03/04/24	Bimestrielle	2,2E-01	4,0E-01	4,0E+00	5,80	6,6	158,75	
	04/06/24	Bimestrielle	1,4E-01	3,1E-01	6,4E+00	4,32	6,0	156,46	
	01/08/24	Bimestrielle	1,8E-01	2,9E-01	5,6E+00	3,65	6,1	155,03	
	02/10/24	Bimestrielle	1,5E-01	3,7E-01	≤ 2,5E+00	4,63	5,8	156,16	
	04/12/24	Bimestrielle	4,6E-01	7,4E-01	≤ 2,7E+00	8,32	6,7	158,61	
PO155	01/02/24	Bimestrielle	4,0E-02	9,7E-02	5,0E+00	1,02	5,4	158,94	6,4E+00
	03/04/24	Bimestrielle	4,7E-02	7,1E-02	4,6E+00	0,73	5,3	158,93	
	04/06/24	Bimestrielle	3,8E-02	7,5E-02	6,9E+00	0,73	5,2	157,07	
	01/08/24	Bimestrielle	3,7E-02	9,6E-02	1,2E+01	0,65	5,6	155,67	
	02/10/24	Bimestrielle	4,2E-02	7,4E-02	4,2E+00	0,66	5,6	156,59	
	04/12/24	Bimestrielle	5,3E-02	1,1E-01	5,8E+00	0,84	5,3	158,33	
PO156	01/02/24	Bimestrielle	1,0E-01	1,3E-01	8,4E+01	1,11	5,5	159,11	7,1E+01
	03/04/24	Bimestrielle	6,6E-02	1,5E-01	4,0E+01	1,35	5,3	159,12	
	04/06/24	Bimestrielle	5,1E-02	1,6E-01	6,2E+01	0,90	5,2	157,30	
	01/08/24	Bimestrielle	8,1E-02	1,3E-01	9,2E+01	0,90	5,5	156,27	
	02/10/24	Bimestrielle	1,8E-01	2,7E-01	1,1E+02	0,95	5,3	156,75	
	04/12/24	Bimestrielle	8,5E-02	1,4E-01	3,1E+01	1,11	5,4	158,46	
PO157	01/02/24	Bimestrielle	1,0E-01	1,7E-01	9,3E+00	1,47	6,5	160,37	2,5E+01
	03/04/24	Bimestrielle	5,7E-02	1,5E-01	1,1E+01	1,61	6,0	160,57	
	04/06/24	Bimestrielle	4,7E-02	1,5E-01	3,3E+01	1,52	6,0	158,99	
	01/08/24	Bimestrielle	5,8E-02	1,3E-01	4,0E+01	1,43	6,2	157,50	
	02/10/24	Bimestrielle	2,6E-02	9,6E-02	3,8E+01	1,40	5,8	158,44	
	04/12/24	Bimestrielle	7,4E-02	1,0E-01	1,6E+01	1,56	6,0	159,96	
PO158	01/02/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	8,1E-02	6,0E+00	0,93	6,1	160,85	≤ 3,6E+00
	03/04/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	4,5E-02	≤ 2,3E+00	0,90	5,9	161,10	
	04/06/24	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	7,0E-02	≤ 2,3E+00	0,90	5,7	159,30	
	01/08/24	Bimestrielle	2,7E-02	8,8E-02	≤ 2,2E+00	0,82	6,0	158,02	
	02/10/24	Bimestrielle	9,1E-02	1,1E-01	5,8E+00	1,10	5,8	159,09	
	04/12/24	Bimestrielle	2,3E-02	6,6E-02	≤ 2,7E+00	1,38	5,9	160,60	
PO159	01/02/24	Bimestrielle	2,4E-02	5,4E-02	4,1E+00	1,25	6,2	161,06	≤ 3,3E+00
	03/04/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	6,4E-02	3,5E+00	1,26	5,7	161,34	
	04/06/24	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	8,5E-02	4,7E+00	1,35	5,8	159,31	
	01/08/24	Bimestrielle	1,6E-02	4,4E-02	≤ 2,6E+00	1,32	6,0	158,14	
	02/10/24	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	5,1E-02	≤ 2,3E+00	1,10	5,7	159,36	
	04/12/24	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	4,6E-02	≤ 2,6E+00	1,38	5,9	160,96	
PO160	01/02/24	Semestrielle	2,0E-01	1,5E-01	≤ 2,2E+00	0,93	5,3	161,32	≤ 2,3E+00
	01/08/24	Semestrielle	1,4E-01	1,6E-01	≤ 2,3E+00	0,90	5,7	158,13	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO161	01/02/24	Semestrielle	3,5E-01	2,2E-01	≤ 2,2E+00	0,48	5,8	161,30	2,5E+00
	01/08/24	Semestrielle	1,3E-01	1,2E-01	≤ 2,7E+00	0,51	5,7	158,10	
PO162	01/02/24	Semestrielle	≤ 1,4E-02	7,3E-02	3,0E+00	0,93	5,6	161,03	≤ 2,8E+00
	01/08/24	Semestrielle	3,5E-02	1,0E-01	≤ 2,5E+00	0,99	5,8	157,99	
PO170	01/02/24	Semestrielle	2,6E-01	3,7E-01	≤ 2,4E+00	2,05	4,9	167,27	≤ 2,6E+00
	01/08/24	Semestrielle	1,9E-01	2,3E-01	2,8E+00	1,88	5,0	164,29	
PO171	01/02/24	Bimestrielle	9,0E-02	2,1E-01	7,1E+00	1,80	5,4	152,38	1,5E+01
	03/04/24	Bimestrielle	1,9E-01	2,9E-01	1,9E+01	2,01	5,3	152,42	
	03/06/24	Bimestrielle	7,6E-02	1,7E-01	9,5E+00	1,88	5,4	152,23	
	01/08/24	Bimestrielle	5,5E-02	1,8E-01	1,6E+01	1,88	5,7	152,08	
	02/10/24	Bimestrielle	3,7E-02	1,2E-01	2,4E+01	1,81	5,3	152,18	
	04/12/24	Bimestrielle	8,1E-02	1,1E-01	1,5E+01	1,92	5,3	152,29	
PO172	02/01/24	Mensuelle	4,8E-02	1,2E-01	1,4E+02	1,87	5,5	152,21	8,0E+01
	01/02/24	Mensuelle	2,8E-02	7,3E-02	5,6E+01	1,65	5,5	152,17	
	04/03/24	Mensuelle	2,8E-02	1,2E-01	1,1E+02	1,84	5,4	152,27	
	03/04/24	Mensuelle	3,8E-02	8,1E-02	4,6E+01	1,61	5,5	152,12	
	02/05/24	Mensuelle	3,6E-02	7,3E-02	6,3E+01	1,53	5,7	151,99	
	03/06/24	Mensuelle	2,1E-02	1,4E-01	5,9E+01	1,70	5,3	152,02	
	03/07/24	Mensuelle	3,5E-02	7,7E-02	6,1E+01	1,71	5,6	151,89	
	01/08/24	Mensuelle	4,0E-02	1,1E-01	6,7E+01	1,79	5,6	151,90	
	04/09/24	Mensuelle	4,5E-02	9,3E-02	8,0E+01	1,60	5,6	151,87	
	02/10/24	Mensuelle	3,9E-02	1,2E-01	1,1E+02	1,95	5,3	151,97	
	04/11/24	Mensuelle	3,3E-02	1,2E-01	7,8E+01	1,70	5,3	151,99	
	04/12/24	Mensuelle	2,7E-02	9,1E-02	9,6E+01	1,93	5,3	152,07	
PO173	02/01/24	Mensuelle	3,9E-02	1,2E-01	≤ 2,0E+00	1,69	5,7	152,29	≤ 2,3E+00
	01/02/24	Mensuelle	4,5E-02	1,4E-01	≤ 2,2E+00	1,93	5,7	152,19	
	01/03/24	Mensuelle	3,9E-02	1,1E-01	≤ 2,6E+00	1,84	5,6	152,40	
	03/04/24	Mensuelle	4,7E-02	1,3E-01	≤ 2,3E+00	1,88	5,6	152,20	
	02/05/24	Mensuelle	2,9E-02	1,5E-01	≤ 2,2E+00	1,93	5,8	152,12	
	03/06/24	Mensuelle	5,1E-02	1,6E-01	≤ 2,2E+00	1,97	5,5	152,02	
	03/07/24	Mensuelle	3,3E-02	1,4E-01	≤ 2,4E+00	1,89	5,8	151,93	
	01/08/24	Mensuelle	3,1E-02	1,3E-01	≤ 2,2E+00	1,96	5,8	151,90	
	04/09/24	Mensuelle	4,2E-02	1,2E-01	≤ 2,1E+00	1,90	5,6	151,88	
	02/10/24	Mensuelle	4,3E-02	1,2E-01	≤ 2,3E+00	1,90	5,4	151,96	
	04/11/24	Mensuelle	2,9E-02	9,8E-02	≤ 2,8E+00	1,88	5,5	152,01	
	03/12/24	Mensuelle	2,5E-02	9,4E-02	≤ 2,7E+00	1,93	5,6	152,08	
PO174	02/01/24	Mensuelle	1,2E-01	3,1E-01	7,7E+00	1,96	5,5	157,39	5,4E+00
	01/02/24	Mensuelle	1,2E-01	2,7E-01	6,5E+00	2,14	5,4	156,90	
	04/03/24	Mensuelle	1,6E-01	2,9E-01	4,8E+00	1,84	5,4	157,69	
	03/04/24	Mensuelle	2,1E-01	3,6E-01	6,2E+00	2,64	5,4	156,94	
	02/05/24	Mensuelle	2,4E-01	3,4E-01	6,8E+00	3,41	5,6	156,44	
	03/06/24	Mensuelle	1,2E-01	3,9E-01	4,2E+00	3,08	5,3	155,99	
	03/07/24	Mensuelle	1,5E-01	3,2E-01	6,8E+00	2,48	5,5	155,34	
	01/08/24	Mensuelle	2,6E-01	5,1E-01	7,8E+00	3,74	5,6	155,29	
	04/09/24	Mensuelle	3,1E-01	6,2E-01	2,8E+00	5,02	5,4	155,19	
	02/10/24	Mensuelle	2,1E-01	3,8E-01	3,3E+00	2,73	5,5	155,69	
	04/11/24	Mensuelle	2,8E-01	5,2E-01	≤ 2,7E+00	3,74	5,3	156,10	
	03/12/24	Mensuelle	1,2E-01	3,0E-01	4,9E+00	4,00	5,6	156,45	
PO175	01/02/24	Semestrielle	1,1E-01	2,1E-01	≤ 2,2E+00	1,07	5,2	160,47	≤ 2,5E+00
	01/08/24	Semestrielle	6,8E-02	1,2E-01	≤ 2,8E+00	1,41	5,3	157,66	
PO176	01/02/24	Semestrielle	2,0E-02	1,2E-01	≤ 2,2E+00	1,38	5,4	163,97	≤ 2,2E+00
	01/08/24	Semestrielle	5,7E-02	1,2E-01	≤ 2,1E+00	1,33	5,4	161,52	
PO177	01/02/24	Semestrielle	4,0E-02	1,1E-01	2,5E+00	1,75	6,1	167,25	≤ 2,3E+00
	01/08/24	Semestrielle	4,6E-02	1,3E-01	≤ 2,1E+00	1,77	5,3	164,25	
PO178	01/02/24	Semestrielle	6,9E-02	1,9E-01	5,8E+00	3,43	5,3	167,38	4,2E+00
	01/08/24	Semestrielle	7,2E-02	9,5E-02	2,6E+00	1,41	5,3	164,42	
PO179	01/02/24	Semestrielle	1,0E-01	1,9E-01	≤ 2,2E+00	2,32	5,4	167,36	≤ 2,2E+00
	01/08/24	Semestrielle	8,4E-02	1,6E-01	≤ 2,2E+00	1,97	5,1	164,36	
PO180	02/01/24	Mensuelle	4,2E-02	1,3E-01	8,3E+02	2,69	5,4	147,29	1,7E+03
	01/02/24	Mensuelle	5,6E-02	1,2E-01	1,1E+03	2,77	5,6	146,11	
	04/03/24	Mensuelle	1,5E-01	3,0E-01	1,0E+03	2,67	5,6	147,56	
	03/04/24	Mensuelle	1,0E-01	2,6E-01	2,2E+03	2,43	5,5	146,39	
	02/05/24	Mensuelle	6,4E-02	2,2E-01	2,3E+03	2,39	5,5	145,95	
	03/06/24	Mensuelle	4,7E-02	2,2E-01	2,1E+03	2,52	5,3	145,09	
	03/07/24	Mensuelle	5,1E-02	1,9E-01	1,9E+03	2,52	5,8	144,38	
	01/08/24	Mensuelle	6,0E-02	2,3E-01	2,4E+03	2,34	5,6	144,59	
	04/09/24	Mensuelle	6,9E-02	1,7E-01	1,8E+03	2,41	5,6	144,39	
	03/10/24	Mensuelle	5,3E-02	1,6E-01	1,4E+03	2,45	5,4	144,88	
	04/11/24	Mensuelle	1,3E-01	2,3E-01	1,6E+03	2,43	5,3	145,26	
	02/12/24	Mensuelle	9,7E-02	2,4E-01	1,5E+03	2,67	5,4	145,83	

Tableau 10-46

Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO113	03/01/24	Mensuelle	3,2E-02	1,4E-01	2,8E+01	2,32	5,6	148,69	5,2E+01
	02/02/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,2E-01	2,4E+01	2,78	5,4	147,55	
	05/03/24	Mensuelle	3,4E-02	1,5E-01	9,7E+01	2,96	5,3	148,89	
	02/04/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	2,2E+01	2,80	5,4	147,68	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,6E-01	2,7E+01	2,42	5,4	146,60	
	05/06/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,2E-01	2,4E+01	2,43	5,5	145,49	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	9,8E-02	3,8E+01	2,39	5,3	144,30	
	02/08/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,5E-01	3,7E+01	2,25	5,5	143,85	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,2E+02	2,27	5,4	143,37	
	01/10/24	Mensuelle	3,0E-02	1,4E-01	9,7E+01	2,22	5,4	144,19	
	05/11/24	Mensuelle	1,9E-02	1,1E-01	8,5E+01	2,16	5,3	144,83	
	02/12/24	Mensuelle	1,7E-02	1,5E-01	2,4E+01	2,20	5,3	145,97	
PO114	03/01/24	Mensuelle	5,4E-01	8,5E-01	2,7E+02	3,25	5,3	152,69	2,1E+02
	02/02/24	Mensuelle	1,0E-01	2,3E-01	2,4E+02	2,96	5,3	152,16	
	05/03/24	Mensuelle	2,5E-01	3,4E-01	2,4E+02	2,86	5,0	153,48	
	02/04/24	Mensuelle	1,3E-01	2,6E-01	2,6E+02	3,38	5,0	152,43	
	02/05/24	Mensuelle	1,4E-01	3,2E-01	2,2E+02	3,04	5,2	151,63	
	05/06/24	Mensuelle	1,9E-01	2,6E-01	2,3E+02	3,25	4,9	150,68	
	02/07/24	Mensuelle	1,5E-01	2,8E-01	2,0E+02	3,23	4,9	149,23	
	02/08/24	Mensuelle	1,5E-01	3,3E-01	1,8E+02	3,17	5,2	148,49	
	04/09/24	Mensuelle	1,5E-01	2,5E-01	1,8E+02	3,10	5,0	147,83	
	01/10/24	Mensuelle	1,1E-01	2,1E-01	1,2E+02	2,82	5,0	149,12	
	05/11/24	Mensuelle	1,4E-01	2,7E-01	1,6E+02	3,27	4,9	149,81	
	04/12/24	Mensuelle	1,5E-01	2,8E-01	1,6E+02	3,33	5,1	151,03	
PO115	03/01/24	Mensuelle	2,8E-02	1,5E-01	2,4E+01	2,14	5,5	148,18	2,6E+01
	02/02/24	Mensuelle	2,0E-02	1,0E-01	2,2E+01	2,32	5,6	145,98	
	05/03/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,3E-01	2,5E+01	2,40	5,4	148,18	
	02/04/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,0E-01	2,2E+01	2,43	5,5	146,01	
	02/05/24	Mensuelle	3,4E-02	1,3E-01	2,8E+01	2,57	5,4	144,54	
	05/06/24	Mensuelle	2,7E-02	1,3E-01	2,5E+01	2,42	5,3	143,06	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	2,4E+01	2,52	5,4	141,59	
	02/08/24	Mensuelle	1,9E-02	1,2E-01	2,5E+01	2,89	5,7	140,63	
	03/09/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	2,6E+01	2,91	5,6	139,92	
	01/10/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,4E-01	4,1E+01	3,06	5,3	141,05	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,4E-01	2,8E+01	3,08	5,5	141,93	
	02/12/24	Mensuelle	1,9E-02	1,0E-01	2,6E+01	2,85	5,3	143,88	
PO116	03/01/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	5,9E-02	3,4E+00	1,16	5,3	149,82	≤ 3,3E+00
	02/02/24	Mensuelle	2,7E-02	9,7E-02	3,7E+00	1,34	5,3	147,59	
	05/03/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	6,1E-02	≤ 2,5E+00	1,20	5,1	149,89	
	02/04/24	Mensuelle	2,1E-02	7,0E-02	≤ 2,4E+00	1,39	5,2	147,72	
	02/05/24	Mensuelle	3,1E-02	7,4E-02	2,7E+00	1,39	5,2	146,13	
	05/06/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	5,2E-02	5,7E+00	1,34	5,2	144,35	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	5,7E-02	2,8E+00	1,35	5,3	142,38	
	02/08/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	8,1E-02	4,8E+00	1,43	5,5	141,45	
	03/09/24	Mensuelle	2,1E-02	6,1E-02	4,1E+00	1,33	5,9	140,65	
	01/10/24	Mensuelle	2,0E-02	6,4E-02	≤ 2,3E+00	1,54	5,3	142,01	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	6,4E-02	≤ 2,6E+00	1,43	5,2	143,05	
	02/12/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	4,4E-02	≤ 2,7E+00	1,65	5,1	145,13	
PO117	03/01/24	Mensuelle	2,7E-02	2,1E-01	6,8E+02	2,42	6,4	148,09	1,1E+03
	02/02/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,4E-01	7,4E+02	2,67	6,4	147,05	
	05/03/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,5E-01	9,9E+02	2,58	6,5	148,21	
	02/04/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	2,0E-01	1,2E+03	2,73	6,5	147,20	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,5E-01	1,2E+03	2,67	6,6	146,39	
	05/06/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	2,0E-01	1,3E+03	2,61	6,5	145,45	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,8E-01	1,3E+03	2,76	6,6	144,33	
	02/08/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,8E-01	1,2E+03	2,71	6,7	144,15	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	2,0E-01	1,2E+03	2,73	6,4	143,78	
	01/10/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,8E-01	1,1E+03	3,06	6,0	144,52	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	2,0E-01	9,6E+02	2,80	6,3	145,07	
	02/12/24	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,8E-01	9,0E+02	2,85	6,2	145,98	
PO168	05/01/24	Mensuelle	3,1E-02	2,6E-01	1,8E+01	6,18	6,1	116,83	1,6E+01
	02/02/24	Mensuelle	3,9E-02	2,9E-01	1,7E+01	5,97	6,4	116,06	
	05/03/24	Mensuelle	3,2E-02	2,2E-01	1,9E+01	5,77	6,5	116,78	
	02/04/24	Mensuelle	3,6E-02	2,8E-01	1,1E+01	6,20	6,3	116,10	
	02/05/24	Mensuelle	5,0E-02	3,0E-01	1,2E+01	5,64	6,4	115,99	
	05/06/24	Mensuelle	3,6E-02	2,5E-01	1,4E+01	5,50	6,3	115,56	
	02/07/24	Mensuelle	2,1E-02	1,8E-01	1,9E+01	5,15	6,6	115,29	
	01/08/24	Mensuelle	2,6E-02	2,3E-01	1,7E+01	5,30	6,5	115,23	
	03/09/24	Mensuelle	2,2E-02	1,4E-01	1,7E+01	5,31	6,3	115,13	
	01/10/24	Mensuelle	3,3E-02	2,1E-01	1,7E+01	5,41	6,2	115,65	
	05/11/24	Mensuelle	2,6E-02	2,4E-01	8,7E+00	5,60	6,4	115,96	
	03/12/24	Mensuelle	3,4E-02	2,4E-01	1,8E+01	5,67	6,3	116,22	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PZ320	10/01/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	2,6E-01	7,0E+00	1,93	5,5	146,04	1,4E+01
	06/02/24	Mensuelle	7,0E-02	1,1E-01	1,8E+01	1,99	5,9	145,37	
	06/03/24	Mensuelle	6,0E-02	1,6E-01	1,4E+01	1,61	5,1	146,36	
	05/04/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,4E-01	1,5E+01	1,59	5,4	145,81	
	02/05/24	Mensuelle	7,0E-02	1,3E-01	1,4E+01	1,73	5,2	145,38	
	04/06/24	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,2E-02	1,0E+01	1,83	5,3	144,65	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	9,0E-02	1,9E+01	1,68	5,1	144,12	
	07/08/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	9,0E-02	1,2E+01	1,61	5,2	144,11	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,2E-02	1,9E+01	1,70	5,1	144,17	
	07/10/24	Mensuelle	6,0E-02	≤ 7,6E-02	1,4E+01	1,91	5,4	144,52	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,1E-01	1,0E+01	1,94	5,4	144,86	
PZ321	06/12/24	Mensuelle	≤ 4,5E-02	1,0E-01	1,5E+01	1,70	5,1	145,54	
	10/01/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	2,3E-01	1,5E+02	2,47	6,0	145,92	1,8E+02
	06/02/24	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,1E-02	1,7E+02	2,53	5,9	145,28	
	06/03/24	Mensuelle	9,0E-02	1,9E-01	1,7E+02	2,52	6,0	146,28	
	05/04/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,6E-01	1,6E+02	2,09	5,8	145,91	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 5,2E-02	≤ 7,0E-02	2,4E+02	2,38	6,0	145,77	
	04/06/24	Mensuelle	6,0E-02	≤ 7,2E-02	2,6E+02	2,40	5,9	144,57	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,1E-01	2,5E+02	2,16	5,8	144,10	
	07/08/24	Mensuelle	≤ 3,8E-02	1,6E-01	2,0E+02	2,24	6,0	144,09	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 3,7E-02	1,1E-01	1,4E+02	2,55	5,9	144,28	
	07/10/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,1E-01	1,3E+02	2,66	6,1	144,41	
	05/11/24	Mensuelle	8,0E-02	3,4E-01	1,3E+02	2,61	6,0	144,71	
PZ322	06/12/24	Mensuelle	≤ 4,7E-02	9,0E-02	1,4E+02	2,59	6,1	145,56	
	16/01/24	Mensuelle	≤ 2,9E-02	≤ 7,2E-02	1,1E+01	2,26	5,5	146,19	1,4E+02
	06/02/24	Mensuelle	8,0E-02	1,7E-01	2,6E+01	2,23	6,3	145,79	
	07/03/24	Mensuelle	8,0E-02	1,4E-01	6,2E+02	1,85	5,4	146,78	
	05/04/24	Mensuelle	6,0E-02	1,2E-01	2,2E+01	1,77	5,7	145,99	
	02/05/24	Mensuelle	7,0E-02	9,0E-02	2,9E+01	2,09	5,6	146,03	
	04/06/24	Mensuelle	8,0E-02	1,4E-01	3,6E+01	2,21	5,8	144,86	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,0E-02	7,2E+02	1,81	5,4	144,44	
	07/08/24	Mensuelle	9,0E-02	1,7E-01	2,0E+01	1,93	5,7	144,36	
	04/09/24	Mensuelle	6,0E-02	≤ 7,2E-02	1,6E+02	1,95	5,6	144,38	
	07/10/24	Mensuelle	8,0E-02	1,6E-01	1,7E+01	2,15	5,6	144,51	
	05/11/24	Mensuelle	8,0E-02	1,0E-01	2,0E+01	2,12	5,7	144,89	
PZ324	06/12/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,2E-01	1,3E+01	1,96	5,7	145,68	
	16/01/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	8,0E-02	1,1E+01	2,21	5,6	155,68	1,7E+01
	06/02/24	Mensuelle	≤ 4,2E-02	≤ 7,4E-02	1,5E+01	1,82	6,0	155,75	
	07/03/24	Mensuelle	6,0E-02	1,0E-01	1,7E+01	1,69	5,7	156,60	
	05/04/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	8,0E-02	1,8E+01	1,35	6,2	156,16	
	02/05/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	≤ 7,0E-02	1,6E+01	1,58	5,7	155,68	
	04/06/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,0E-02	2,0E+01	1,56	6,1	154,35	
	02/07/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,1E-01	2,1E+01	1,59	5,7	153,26	
	07/08/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,7E-01	2,1E+01	1,55	5,8	153,74	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,0E-02	1,8E+01	1,59	5,9	153,90	
	07/10/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,3E-01	1,4E+01	1,71	6,1	154,52	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,5E-01	1,2E+01	1,80	6,0	155,31	
PZ326	06/12/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,2E-01	1,8E+01	1,76	5,9	156,18	
	11/01/24	Mensuelle	7,0E-02	1,2E-01	9,0E+01	1,87	5,6	151,91	1,3E+02
	07/02/24	Mensuelle	8,0E-02	1,6E-01	9,5E+01	2,30	5,9	151,83	
	08/03/24	Mensuelle	9,0E-02	1,2E-01	2,1E+02	1,79	5,5	156,96	
	08/04/24	Mensuelle	6,0E-02	≤ 7,2E-02	1,9E+02	1,72	5,5	151,85	
	07/05/24	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,1E-01	1,0E+02	2,01	5,5	151,76	
	06/06/24	Mensuelle	6,0E-02	1,5E-01	1,0E+02	1,66	5,5	151,68	
	03/07/24	Mensuelle	8,0E-02	1,2E-01	1,2E+02	1,95	5,5	151,59	
	05/08/24	Mensuelle	≤ 4,3E-02	9,0E-02	7,5E+01	1,68	5,8	151,58	
	12/09/24	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,2E-02	6,7E+01	1,77	5,7	151,64	
	03/10/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	1,7E-01	1,4E+02	1,91	5,6	151,63	
	15/11/24	Mensuelle	≤ 4,9E-02	1,4E-01	1,9E+02	2,00	5,5	151,64	
PZ340	06/12/24	Mensuelle	≤ 4,6E-02	≤ 7,1E-02	1,9E+02	1,82	5,5	151,77	
	10/01/24	Mensuelle	2,5E-01	2,3E-01	3,8E+01	1,95	6,2	153,86	5,8E+01
	06/02/24	Mensuelle	1,5E-01	1,3E-01	3,9E+01	≤ 1,00	6,1	153,46	
	06/03/24	Mensuelle	1,5E-01	1,1E-01	5,2E+01	≤ 1,00	6,0	154,03	
	05/04/24	Mensuelle	1,1E-01	≤ 7,2E-02	4,6E+01	≤ 1,00	6,0	153,57	
	14/05/24	Mensuelle	1,3E-01	≤ 7,2E-02	6,2E+01	≤ 1,00	6,1	153,03	
	10/06/24	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,1E-02	6,2E+01	1,33	6,1	151,41	
	04/07/24	Mensuelle	1,2E-01	≤ 7,3E-02	5,8E+01	≤ 1,00	6,0	151,98	
	07/08/24	Mensuelle	1,2E-01	1,3E-01	7,3E+01	≤ 1,00	6,0	152,22	
	04/09/24	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,1E-02	9,8E+01	≤ 1,00	6,0	152,26	
	04/10/24	Mensuelle	≤ 4,6E-02	1,0E-01	6,4E+01	≤ 1,00	6,0	152,61	
	05/11/24	Mensuelle	1,1E-01	≤ 7,1E-02	5,9E+01	≤ 1,00	6,0	152,89	
PZ340	06/12/24	Mensuelle	≤ 5,2E-02	1,1E-01	5,0E+01	≤ 1,00	6,0	153,15	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PZ371	10/01/24	Mensuelle	2,3E-01	9,0E-02	2,8E+02	1,51	6,4	149,34	3,1E+02
	06/02/24	Mensuelle	5,0E-01	3,2E-01	2,7E+02	1,51	6,2	149,72	
	06/03/24	Mensuelle	3,8E-01	3,7E-01	2,7E+02	1,48	6,2	149,78	
	05/04/24	Mensuelle	1,9E-01	2,1E-01	2,7E+02	1,02	6,1	149,74	
	02/05/24	Mensuelle	2,3E-01	2,5E-01	3,0E+02	1,38	6,1	149,67	
	04/06/24	Mensuelle	2,7E-01	2,9E-01	3,3E+02	1,46	6,2	149,62	
	04/07/24	Mensuelle	3,9E-01	3,0E-01	3,2E+02	1,65	6,1	149,59	
	07/08/24	Mensuelle	3,5E-01	2,8E-01	3,2E+02	1,65	6,3	149,59	
	04/09/24	Mensuelle	2,3E-01	1,8E-01	3,2E+02	2,09	6,2	149,69	
	04/10/24	Mensuelle	1,7E-01	2,0E-01	3,8E+02	1,59	6,2	149,62	
	05/11/24	Mensuelle	1,3E-01	2,3E-01	3,4E+02	2,03	6,5	149,64	
	06/12/24	Mensuelle	2,6E-01	2,8E-01	3,4E+02	1,64	6,4	149,58	
PZ379	10/01/24	Mensuelle	≤ 3,1E-02	≤ 7,2E-02	6,6E+01	1,77	5,8	151,42	6,4E+01
	06/02/24	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,1E-01	5,4E+01	1,76	5,9	151,37	
	06/03/24	Mensuelle	7,0E-02	1,2E-01	6,3E+01	1,80	5,5	151,46	
	05/04/24	Mensuelle	≤ 3,7E-02	1,4E-01	7,0E+01	1,28	5,8	151,37	
	14/05/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	9,0E-02	6,0E+01	1,62	5,8	151,34	
	10/06/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	≤ 7,0E-02	6,9E+01	1,90	5,8	151,30	
	04/07/24	Mensuelle	9,0E-02	2,3E-01	6,9E+01	1,66	5,6	151,26	
	07/08/24	Mensuelle	≤ 4,0E-02	1,4E-01	6,9E+01	1,50	5,7	151,24	
	04/09/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	1,4E-01	6,7E+01	1,62	5,5	151,23	
	04/10/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,1E-01	5,2E+01	1,67	5,5	151,27	
	05/11/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	1,2E-01	6,8E+01	1,88	5,6	151,27	
	06/12/24	Mensuelle	≤ 4,9E-02	1,2E-01	5,6E+01	1,69	5,6	151,34	
PZ700	11/01/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,3E-01	1,5E+02	2,83	7,1	123,77	1,7E+02
	07/02/24	Mensuelle	≤ 3,7E-02	1,8E-01	1,9E+02	2,59	6,2	122,87	
	07/03/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,3E-01	1,3E+02	2,50	6,4	123,77	
	04/04/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,0E-02	1,4E+02	2,53	6,5	123,00	
	06/05/24	Mensuelle	≤ 3,9E-02	9,0E-02	1,5E+02	2,58	6,7	122,55	
	06/06/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	1,2E-01	1,3E+02	3,25	6,8	122,25	
	03/07/24	Mensuelle	≤ 6,4E-02	1,9E-01	1,7E+02	3,07	7,0	122,02	
	05/08/24	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,1E-01	2,2E+02	2,35	6,4	121,81	
	05/09/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,0E-02	2,4E+02	2,40	6,3	121,66	
	03/10/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,0E-02	1,7E+02	2,69	6,5	121,95	
	06/11/24	Mensuelle	≤ 3,8E-02	1,2E-01	1,6E+02	2,62	6,6	122,25	
	04/12/24	Mensuelle	≤ 4,6E-02	≤ 7,1E-02	1,3E+02	2,62	6,7	122,69	
PZ705	09/01/24	Mensuelle	8,0E-02	1,4E-01	≤ 4,2E+00	2,45	5,7	156,19	≤ 6,7E+00
	05/02/24	Mensuelle	≤ 2,6E-02	≤ 7,2E-02	8,0E+00	2,17	5,9	153,80	
	07/03/24	Mensuelle	≤ 2,8E-02	≤ 7,2E-02	1,2E+01	2,27	5,7	156,73	
	08/04/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,1E-01	≤ 4,2E+00	1,95	6,0	153,92	
	07/05/24	Mensuelle	7,0E-02	1,3E-01	≤ 4,8E+00	2,47	6,1	152,62	
	05/06/24	Mensuelle	8,0E-02	2,0E-01	≤ 4,7E+00	2,19	5,8	151,17	
	03/07/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,3E-01	7,0E+00	2,28	5,9	149,24	
	05/08/24	Mensuelle	7,0E-02	1,8E-01	6,0E+00	2,36	6,0	147,91	
	06/09/24	Mensuelle	1,1E-01	1,7E-01	1,0E+01	2,80	6,4	147,70	
	04/10/24	Mensuelle	5,0E-02	1,0E-01	≤ 5,0E+00	2,47	6,2	148,91	
	15/11/24	Mensuelle	8,0E-02	1,5E-01	9,0E+00	2,82	6,1	150,46	
	06/12/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,9E-01	≤ 5,1E+00	2,64	6,1	153,05	
PZ715	11/01/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	≤ 7,2E-02	1,1E+02	1,93	5,9	144,25	6,4E+01
	07/02/24	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,3E-01	2,9E+01	1,98	5,8	141,66	
	07/03/24	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,0E-01	4,1E+01	2,06	5,8	144,27	
	04/04/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	1,1E-01	7,1E+01	1,83	5,8	141,87	
	06/05/24	Mensuelle	7,0E-02	1,1E-01	2,0E+01	1,40	5,6	140,44	
	06/06/24	Mensuelle	8,0E-02	2,4E-01	2,1E+01	1,80	5,5	139,10	
	03/07/24	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,4E-01	7,1E+01	1,66	5,6	137,91	
	05/08/24	Mensuelle	≤ 3,8E-02	9,0E-02	9,0E+01	1,58	5,5	136,94	
	05/09/24	Mensuelle	≤ 3,7E-02	9,0E-02	1,4E+02	1,78	5,5	136,37	
	03/10/24	Mensuelle	≤ 3,4E-02	9,0E-02	9,7E+01	1,84	5,4	137,13	
	06/11/24	Mensuelle	≤ 4,2E-02	≤ 7,4E-02	6,2E+01	1,78	5,5	137,82	
	04/12/24	Mensuelle	≤ 3,5E-02	2,0E-01	1,8E+01	1,50	5,5	139,82	

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Fréquence	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur de nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PZ711	11/01/24	Mensuelle	2,5E-01	2,5E-01	7,0E+00	2,6E+00	5,8	121,22	1,1E+01
	07/02/24	Mensuelle	1,1E-01	1,3E-01	9,0E+00	2,2E+00	5,9	118,15	
	07/03/24	Mensuelle	1,9E-01	2,5E-01	1,8E+01	2,7E+00	5,7	121,69	
	04/04/24	Mensuelle	1,7E-01	1,8E-01	1,0E+01	2,0E+00	5,7	118,15	
	06/05/24	Mensuelle	7,1E-01	6,7E-01	1,1E+01	2,0E+00	5,8	117,62	
	06/06/24	Mensuelle	1,2E-01	1,6E-01	1,3E+01	2,8E+00	6,0	117,26	
	03/07/24	Mensuelle	4,7E-01	4,0E-01	1,5E+01	2,4E+00	5,8	116,95	
	05/08/24	Mensuelle	1,3E-01	2,4E-01	9,0E+00	2,4E+00	5,9	116,77	
	05/09/24	Mensuelle	2,7E-01	4,1E-01	1,8E+01	4,2E+00	6,0	116,64	
	03/10/24	Mensuelle	1,7E-01	2,8E-01	≤ 4,7E+00	2,4E+00	5,8	116,75	
	06/11/24	Mensuelle	2,6E-01	2,5E-01	9,0E+00	2,4E+00	5,8	117,05	
	04/12/24	Mensuelle	2,2E-01	3,5E-01	6,0E+00	2,2E+00	5,8	117,68	
PZ712	09/01/24	Mensuelle	1,0E-01	1,1E-01	7,0E+00	≤ 1,0E+00	5,6	161,52	≤ 7,8E+00
	05/02/24	Mensuelle	8,0E-02	1,1E-01	6,0E+00	7,3E-01	5,8	160,68	
	07/03/24	Mensuelle	8,0E-02	≤ 7,2E-02	1,6E+01	1,0E+00	5,5	161,63	
	08/04/24	Mensuelle	≤ 3,1E-02	≤ 7,0E-02	8,0E+00	1,5E+00	5,6	161,07	
	07/05/24	Mensuelle	8,0E-02	1,2E-01	≤ 4,6E+00	≤ 1,0E+00	5,6	160,26	
	05/06/24	Mensuelle	7,0E-02	9,0E-02	9,0E+00	1,1E+00	5,8	159,08	
	03/07/24	Mensuelle	6,0E-02	1,6E-01	1,0E+01	1,2E+00	5,8	157,70	
	05/08/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,6E-02	5,2E+00	≤ 1,0E+00	5,9	157,57	
	06/09/24	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,2E-01	1,3E+01	2,0E+00	5,9	157,57	
	04/10/24	Mensuelle	≤ 3,8E-02	1,9E-01	≤ 4,7E+00	2,7E+00	5,5	158,66	
	15/11/24	Mensuelle	8,0E-02	1,3E-01	≤ 4,9E+00	2,0E+00	5,8	158,90	
	06/12/24	Mensuelle	2,4E-01	1,6E-01	≤ 5,0E+00	1,2E+00	5,6	160,14	
PO165	03/01/24	Mensuelle	2,4E-02	9,4E-02	7,6E+00	1,5E+00	5,7	122,74	4,7E+00
	02/02/24	Mensuelle	4,8E-02	1,2E-01	3,2E+00	1,9E+00	6,0	118,46	
	05/03/24	Mensuelle	4,5E-02	1,1E-01	5,8E+00	1,5E+00	5,8	121,41	
	02/04/24	Mensuelle	4,8E-02	1,1E-01	7,6E+00	2,1E+00	5,8	118,12	
	02/05/24	Mensuelle	5,9E-02	1,3E-01	5,3E+00	2,1E+00	5,9	117,43	
	05/06/24	Mensuelle	6,9E-02	1,4E-01	4,6E+00	2,0E+00	5,7	116,78	
	02/07/24	Mensuelle	3,5E-02	1,1E-01	4,5E+00	2,1E+00	5,7	116,33	
	01/08/24	Mensuelle	4,3E-02	1,1E-01	4,7E+00	2,2E+00	5,9	115,96	
	03/09/24	Mensuelle	4,9E-02	1,2E-01	4,9E+00	2,1E+00	5,8	115,69	
	01/10/24	Mensuelle	4,5E-02	1,5E-01	2,8E+00	2,0E+00	6,2	117,13	
	05/11/24	Mensuelle	5,3E-02	1,5E-01	≤ 3,0E+00	1,9E+00	5,8	118,30	
	02/12/24	Mensuelle	7,7E-02	1,6E-01	≤ 2,8E+00	1,7E+00	5,8	120,02	
PO166	05/01/24	Mensuelle	3,7E-02	1,8E-01	6,4E+00	2,3E+00	5,7	122,24	1,7E+01
	02/02/24	Mensuelle	3,7E-02	9,0E-02	7,6E+00	2,2E+00	5,7	120,60	
	05/03/24	Mensuelle	3,7E-02	1,2E-01	8,6E+00	2,2E+00	5,7	122,04	
	02/04/24	Mensuelle	3,1E-02	1,0E-01	2,5E+01	2,4E+00	5,7	120,58	
	02/05/24	Mensuelle	4,1E-02	8,4E-02	1,5E+01	2,2E+00	6,1	120,17	
	05/06/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	2,0E+01	2,3E+00	5,5	119,76	
	02/07/24	Mensuelle	1,9E-02	9,5E-02	1,6E+01	2,4E+00	6,3	119,45	
	01/08/24	Mensuelle	3,0E-02	1,2E-01	2,6E+01	2,4E+00	5,8	119,25	
	03/09/24	Mensuelle	3,7E-02	1,1E-01	3,1E+01	2,3E+00	5,8	119,09	
	01/10/24	Mensuelle	2,1E-02	1,1E-01	3,0E+01	2,5E+00	5,9	119,74	
	05/11/24	Mensuelle	3,2E-02	1,3E-01	8,6E+00	2,3E+00	5,6	120,18	
	03/12/24	Mensuelle	3,8E-02	1,1E-01	7,3E+00	2,3E+00	5,5	120,93	
PO167	03/01/24	Mensuelle	2,1E-02	1,2E-01	4,8E+01	2,2E+00	6,1	116,09	4,4E+01
	02/02/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	8,8E-02	4,5E+01	2,4E+00	5,9	115,20	
	05/03/24	Mensuelle	1,9E-02	1,0E-01	4,7E+01	2,3E+00	5,9	116,01	
	02/04/24	Mensuelle	≤ 1,5E-02	1,0E-01	4,4E+01	2,5E+00	5,8	115,21	
	02/05/24	Mensuelle	4,2E-02	1,5E-01	4,4E+01	2,5E+00	6,0	115,13	
	05/06/24	Mensuelle	2,3E-02	8,5E-02	4,3E+01	2,4E+00	5,7	115,02	
	02/07/24	Mensuelle	2,7E-02	1,3E-01	4,2E+01	2,4E+00	5,7	114,95	
	01/08/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	4,4E+01	2,4E+00	5,9	114,93	
	03/09/24	Mensuelle	2,8E-02	1,1E-01	4,4E+01	2,4E+00	5,8	108,73	
	01/10/24	Mensuelle	2,2E-02	8,4E-02	4,1E+01	2,4E+00	5,9	115,01	
	05/11/24	Mensuelle	2,1E-02	1,2E-01	4,3E+01	2,3E+00	5,7	115,11	
	02/12/24	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,4E-01	4,2E+01	2,5E+00	5,7	115,38	

Tableau 10-47 Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par spectrométrie gamma des eaux souterraines

	Piézomètre	Date de prélèvement	Specrométrie gamma							
			⁴⁰ K Bq/L	⁶⁰ Co Bq/L	⁹⁴ Nb Bq/L	^{108m} Ag Bq/L	^{110m} Ag Bq/L	¹²⁹ I Bq/L	¹³⁴ Cs Bq/L	¹³⁷ Cs Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	17/04/2024	≤4,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤3,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO159	18/04/2024	≤5,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	17/04/2024	≤5,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
	PO174	17/04/2024	≤5,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
Zone nord-est (zone 3)	PO113	18/04/2024	5,7E-02 +/- 4,6E-02	≤3,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤3,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO137	17/04/2024	6,4E-02 +/- 4,6E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO138	17/04/2024	6,0E-02 +/- 6,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
	PO140	18/04/2024	≤5,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
	PZ700	18/04/2024	≤6,0E-02	≤4,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	18/04/2024	≤6,0E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤3,0E-03	≤3,0E-03
	PO168	18/04/2024	1,5E-01 +/- 4,6E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤2,0E-03	≤1,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO180	18/04/2024	≤8,0E-02	≤5,0E-03	≤4,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤4,0E-03	≤5,0E-03	≤4,0E-03

	Piézomètre	Date de prélèvement	Specrométrie gamma							
			²¹⁰ Pb Bq/L	²¹² Pb Bq/L	²¹⁴ Pb Bq/L	²²⁶ Ra Bq/L	²²⁸ Ac Bq/L	²³⁴ Th Bq/L	²⁴¹ Am Bq/L	²³⁵ U Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	17/04/2024	1,0E-01 +/- 3,1E-02	≤3,0E-03	≤4,0E-02	≤4,0E-02	6,3E-02 +/- 1,0E-02	≤2,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO159	18/04/2024	≤5,0E-02	≤6,0E-03	≤7,0E-02	≤7,0E-02	2,0E-02 +/- 1,2E-02	≤5,0E-02	≤4,0E-03	≤4,0E-03
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	17/04/2024	3,1E-01 +/- 9,0E-02	≤6,0E-03	≤7,0E-02	≤7,0E-02	2,9E-02 +/- 2,1E-02	≤5,0E-02	≤4,0E-03	≤4,0E-03
	PO174	17/04/2024	≤5,0E-02	≤6,0E-03	≤8,0E-02	≤8,0E-02	3,8E-02 +/- 2,0E-02	≤6,0E-02	≤5,0E-03	≤5,0E-03
Zone nord-est (zone 3)	PO113	18/04/2024	2,3E-02 +/- 2,2E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-02	≤3,0E-02	≤9,0E-03	≤2,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO137	17/04/2024	1,1E-01 +/- 3,4E-02	≤3,0E-03	≤3,0E-02	≤3,0E-02	≤9,0E-03	≤2,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO138	17/04/2024	≤5,0E-02	≤6,0E-03	≤7,0E-02	≤7,0E-02	≤1,0E-02	≤6,0E-02	≤4,0E-03	≤4,0E-03
	PO140	18/04/2024	≤5,0E-02	≤6,0E-03	≤8,0E-02	≤8,0E-02	3,7E-02 +/- 1,3E-02	≤6,0E-02	≤5,0E-03	≤5,0E-03
	PZ700	18/04/2024	≤5,0E-02	≤7,0E-03	≤8,0E-02	≤8,0E-02	1,9E-02 +/- 1,8E-02	≤6,0E-02	≤5,0E-03	≤5,0E-03
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	18/04/2024	≤6,0E-02	≤1,0E-02	≤8,0E-02	≤8,0E-02	1,1E-01 +/- 1,5E-02	≤6,0E-02	≤5,0E-03	≤5,0E-03
	PO168	18/04/2024	4,0E-02 +/- 1,8E-02	≤2,0E-03	≤3,0E-02	≤3,0E-02	≤8,0E-03	≤2,0E-02	≤2,0E-03	≤2,0E-03
	PO180	18/04/2024	≤4,0E-02	≤6,0E-03	≤6,0E-02	≤6,0E-02	≤2,0E-02	≤4,0E-02	≤5,0E-03	≤4,0E-03

Tableau 10-48 Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par scintillation liquide des eaux souterraines

	Piézomètre	Date de prélèvement	Scintillation liquide					
			³ H Bq/L	¹⁴ C Bq/L	³⁶ Cl Bq/L	⁶³ Ni Bq/L	⁹⁰ Sr Bq/L	⁹⁹ Tc Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	17/04/2024	≤2,0E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤8,0E-02
	PO159	18/04/2024	2,5E+00 +/- 1,9E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	17/04/2024	≤2,0E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
	PO174	17/04/2024	5,2E+00 +/- 2,2E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤8,0E-02	≤5,0E-02	≤6,0E-02
Zone nord-est (zone 3)	PO113	18/04/2024	2,0E+01 +/- 3,7E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤8,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
	PO137	17/04/2024	2,7E+03 +/- 2,3E+02	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
	PO138	17/04/2024	1,6E+02 +/- 1,4E+01	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤8,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
	PO140	18/04/2024	9,8E+02 +/- 7,0E+01	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤1,3E-01
	PZ700	18/04/2024	1,1E+02 +/- 1,1E+01	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤9,0E-02
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	18/04/2024	1,1E+04 +/- 8,0E+02	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02
	PO168	18/04/2024	1,1E+01 +/- 2,8E+00	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤8,0E-02	≤5,0E-02	≤6,0E-02
	PO180	18/04/2024	1,2E+03 +/- 1,2E+02	≤2,0E+00	≤1,4E-01	≤7,0E-02	≤5,0E-02	≤5,0E-02

Tableau 10-49 Résultats des mesures tritium pour l'étude de stratification

	Unité	PO113	PO120	PO132	PO133	PO136	PO142	PO143	PO156
date de prélèvement		15/04/2024	09/04/2024	09/04/2024	15/04/2024	15/04/2024	10/04/2024	10/04/2024	15/04/2024
Tritium Niveau 1	Bq/L	20 +/- 4	7400 +/- 600	1140 +/- 90	210 +/- 18	3930 +/- 290	28 +/- 4	72 +/- 8	11 +/- 3
Tritium Niveau 2	Bq/L	24 +/- 4	9300 +/- 700	3170 +/- 230	107 +/- 11	3380 +/- 250	42 +/- 6	109 +/- 11	13 +/- 3
Tritium Niveau 3	Bq/L	2690 +/- 200	13800 +/- 1000	5530 +/- 410	318 +/- 26	100 +/- 11	18 +/- 4	261 +/- 24	225 +/- 19

	Unité	PO113	PO120	PO132	PO133	PO136	PO142	PO143	PO156
date de prélèvement		14/06/2024	13/06/2024	13/06/2024	13/06/2024	13/06/2024	13/06/2024	13/06/2024	13/06/2024
Tritium Niveau 1	Bq/L	35 +/- 9	9300 +/- 700	1110 +/- 120	142 +/- 19	3240 +/- 270	27 +/- 8	1260 +/- 130	62 +/- 12
Tritium Niveau 2	Bq/L	68 +/- 13	8100 +/- 600	1210 +/- 120	156 +/- 21	2730 +/- 230	35 +/- 9	1000 +/- 110	76 +/- 13
Tritium Niveau 3	Bq/L	83 +/- 14	9400 +/- 700	4470 +/- 360	387 +/- 39	2570 +/- 220	20 +/- 7	1630 +/- 130	96 +/- 15

	Unité	PO113	PO120	PO132	PO133	PO136	PO142	PO143	PO156
date de prélèvement		16/09/2024	16/09/2024	19/09/2024	16/09/2024	16/09/2024	16/09/2024	16/09/2024	16/09/2024
Tritium Niveau 1	Bq/L	27 +/- 6	9925 +/- 728	1154 +/- 88	141 +/- 15	520 +/- 43	28 +/- 6	542 +/- 44	82 +/- 11
Tritium Niveau 2	Bq/L	54 +/- 8	8961 +/- 659	1402 +/- 106	101 +/- 12	791 +/- 62	22 +/- 5	472 +/- 39	113 +/- 13
Tritium Niveau 3	Bq/L	3036 +/- 237	10945 +/- 800	4535 +/- 336	270 +/- 25	1090 +/- 98	29 +/- 6	1113 +/- 86	163 +/- 17

	Unité	PO113	PO120	PO132	PO133	PO136	PO142	PO143	PO156
date de prélèvement		13/11/2024	13/11/2024	13/11/2024	13/11/2024	14/11/2024	14/11/2024	14/11/2024	14/11/2024
Tritium Niveau 1	Bq/L	38 +/- 7	11340 +/- 829	1050 +/- 81	101 +/- 12	430 +/- 37	22 +/- 5	333 +/- 30	19 +/- 5
Tritium Niveau 2	Bq/L	36 +/- 7	11200 +/- 819	1083 +/- 97	101 +/- 12	804 +/- 63	21 +/- 5	369 +/- 32	24 +/- 5
Tritium Niveau 3	Bq/L	3068 +/- 239	11340 +/- 829	1149 +/- 102	107 +/- 13	520 +/- 43	18 +/- 5	390 +/- 34	50 +/- 8

Tableau 10-50 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone sud-est

	Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs - Zone sud-est							
			PO001		PO158		PO160		PO175	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024
	pH	UpH	5,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	6,0 +/- 0,2	5,9 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,3 +/- 0,2	5,3 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	327 +/- 10	320 +/- 10	171 +/- 5	158 +/- 5	167 +/- 5	165 +/- 5	264 +/- 8	198 +/- 6
	Oxygène dissous	mg/L	6,9 +/- 0,2	5,8 +/- 0,1	8,4 +/- 0,1	7,6 +/- 0,1	8,4 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	8,6 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	505 +/- 20	555 +/- 22	512 +/- 20	497 +/- 20	516 +/- 21	497 +/- 20	520 +/- 21	561 +/- 22
	COD	mg/L	1,5 +/- 0,1	1,7 +/- 0,2	1,0 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	1,4 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,0 +/- 0,2	0,8 +/- 0,2
	DCO	mg/L	8,0 +/- 1,0	14,0 +/- 1,1	17,0 +/- 1,4	18,0 +/- 1,4	9,0 +/- 1,1	30,0 +/- 2,4	≤5,0	≤5,0
	MES	mg/L	11,0 +/- 0,6	8,0 +/- 0,4	21,0 +/- 1,1	9,0 +/- 0,5	9,0 +/- 0,5	23,0 +/- 1,2	8,0 +/- 0,4	5,0 +/- 0,3
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	3,9 +/- 0,9	3,7 +/- 0,9	6,6 +/- 1,6	6,6 +/- 1,6	2,3 +/- 0,6	2,2 +/- 0,5	2,2 +/- 0,5	2,2 +/- 0,5
	Chlorures	mg/L	59 +/- 3	60 +/- 3	28 +/- 1	27 +/- 1	28 +/- 1	35 +/- 2	45 +/- 2	43 +/- 2
	Nitrates	mg/L	19 +/- 1	19 +/- 1	5,5 +/- 0,28	5,7 +/- 0,29	7,2 +/- 0,36	5,7 +/- 0,29	13 +/- 0,7	10 +/- 0,5
	Potassium	mg/L	1,1 +/- 0,4	1,2 +/- 0,4	0,9 +/- 0,3	0,8 +/- 0,3	1,1 +/- 0,4	0,9 +/- 0,3	0,8 +/- 0,3	1,1 +/- 0,4
	Sulfates	mg/L	29 +/- 1,5	34 +/- 1,7	9,5 +/- 0,48	9,9 +/- 0,5	16 +/- 0,8	13 +/- 0,7	28 +/- 1,4	7,2 +/- 0,36
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	120 +/- 6	130 +/- 7	13 +/- 1	36 +/- 2	9 +/- 1	10 +/- 1	10 +/- 1	18 +/- 1
	Azote NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,5 +/- 0,01	<0,5	1,2 +/- 0,1	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<4,8	<4,8	<1,7	<1,8	<2,1	<2,5	<3,4	<2,8
	Baryum dissous	µg/L	21 +/- 1,1	23 +/- 1,2	4,0 +/- 0,8	5,0 +/- 1	6 +/- 1,2	5 +/- 1	22 +/- 1,1	24 +/- 1,2
	Bore dissous	µg/L	19 +/- 1	21 +/- 1	17 +/- 1	18 +/- 1	21 +/- 1	19 +/- 1	16 +/- 1	14 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	4,2 +/- 0,6	2,0 +/- 0,3	0,9 +/- 0,1	<0,4	1,2 +/- 0,2	<0,4	0,9 +/- 0,1	0,8 +/- 0,1
	Fer dissous	µg/L	<2	7,0 +/- 0,35	9 +/- 0,45	24 +/- 1,2	<2	3,0 +/- 0,6	<2	17 +/- 0,9
	Manganese dissous	µg/L	33 +/- 1,7	36 +/- 1,8	<1	4,4 +/- 0,22	9,0 +/- 0,45	8,0 +/- 0,4	5,0 +/- 0,25	6,0 +/- 0,3
	Nitrites	µg/L	<1	4,0 +/- 0,2	2,0 +/- 0,1	<1	<1	<1	<1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,095 +/- 0,005	0,069 +/- 0,004	<0,01	0,019 +/- 0,005	0,110 +/- 0,006	0,053 +/- 0,003	<0,01	0,024 +/- 0,001
	Phosphates	mg/L	0,130 +/- 0,007	<0,01	0,027 +/- 0,001	0,030 +/- 0,002	0,190 +/- 0,010	0,100 +/- 0,005	0,057 +/- 0,003	0,022 +/- 0,001
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	1,9 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Cadmium dissous	µg/L	0,06 +/- 0,02	0,06 +/- 0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,20 +/- 0,10	0,26 +/- 0,13	0,34 +/- 0,17	0,27 +/- 0,14	0,16 +/- 0,08	0,17 +/- 0,09	0,26 +/- 0,13	3,90 +/- 2,00
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercuré dissous	µg/L	0,072 +/- 0,0036	0,088 +/- 0,0044	0,028 +/- 0,0014	0,016 +/- 0,0008	0,021 +/- 0,0011	<0,01	0,098 +/- 0,0049	0,19 +/- 0,01
	Nickel dissous	µg/L	3,7 +/- 0,3	5,9 +/- 0,5	2,1 +/- 0,2	2,4 +/- 0,2	2,6 +/- 0,2	2,4 +/- 0,2	3,1 +/- 0,3	5,8 +/- 0,5
	Plomb dissous	µg/L	0,6 +/- 0,35	0,52 +/- 0,31	<0,15	<0,15	0,39 +/- 0,23	<0,15	1,6 +/- 0,08	0,17 +/- 0,1
	Uranium dissous	µg/L	1,4 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	1,5 +/- 0,1	1,2 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1	2,0 +/- 0,1	1,5 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	39,0 +/- 2,0	41,0 +/- 2,1	4,0 +/- 1,6	3,5 +/- 1,4	5,5 +/- 0,3	2,9 +/- 1,2	3,4 +/- 1,4	3,4 +/- 1,4
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Somme des HAP(6)	µg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

valeurs inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

Tableau 10-51 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone sud-ouest

	Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs				Piézomètre extérieur	
			PO172		PO174		EVT-7	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	24/09/2024
	pH	UpH	5,6 +/- 0,2	5,7 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	6,20 +/- 0,30	6,00 +/- 0,24
	Conductivité	µS/cm	210 +/- 6	210 +/- 6	190 +/- 6	188 +/- 6	280 +/- 8	272 +/- 8
	Oxygène dissous	mg/L	8,5 +/- 0,1	9,0 +/- 0,1	8,4 +/- 0,1	8,3 +/- 0,1	10 +/- 1	8,7 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	486 +/- 19	493 +/- 20	470 +/- 19	480 +/- 19	430 +/- 17	530 +/- 21
	COD	mg/L	0,60 +/- 0,11	0,60 +/- 0,11	0,90 +/- 0,17	0,80 +/- 0,15	0,70 +/- 0,13	1,00 +/- 0,19
	DCO	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	MES	mg/L	2,0 +/- 0,2	4,0 +/- 0,2	480 +/- 24	490 +/- 25	<2	<2
Eléments majeurs	Calcium	mg/L	3,4 +/- 0,8	3,3 +/- 0,8	3,3 +/- 0,8	3,1 +/- 0,7	7,3 +/- 1,8	8,0 +/- 1,9
	Chlorures	mg/L	37,0 +/- 1,9	43,0 +/- 2,2	33,0 +/- 1,7	36,0 +/- 1,8	47 +/- 2	51 +/- 3
	Nitrates	mg/L	10 +/- 0,5	11 +/- 0,6	8,6 +/- 0,43	7,6 +/- 0,38	9,20 +/- 0,46	9,30 +/- 0,47
	Potassium	mg/L	1,4 +/- 0,5	1,5 +/- 0,5	1,2 +/- 0,4	1,1 +/- 0,4	2,8 +/- 1,0	2,5 +/- 0,9
	Sulfates	mg/L	13 +/- 1	14 +/- 1	14 +/- 1	12 +/- 1	22 +/- 1	23 +/- 1
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	8,0 +/- 0,4	10,0 +/- 0,5	7,0 +/- 0,4	16,0 +/- 0,8	8,0 +/- 0,4	8,0 +/- 0,4
	Azote NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<2,8	<3,0	<2,4	<2,2	<2,6	<2,6
	Baryum dissous	µg/L	19 +/- 1	22 +/- 1	16 +/- 1	19 +/- 1	29 +/- 2	32 +/- 2
	Bore dissous	µg/L	15 +/- 1	14 +/- 1	18 +/- 1	15 +/- 1	16 +/- 1	17 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	2,50 +/- 0,33	<0,4	2,10 +/- 0,27	<0,4	0,9 +/- 0,1	<0,4
	Fer dissous	µg/L	<2	4,0 +/- 0,8	<2	4,0 +/- 0,8	<2	9,0 +/- 0,5
	Manganese dissous	µg/L	1,6 +/- 0,32	1,7 +/- 0,34	1,7 +/- 0,34	1,8 +/- 0,36	2,6 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1
	Nitrites	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,031 +/- 0,002	0,020 +/- 0,006	0,061 +/- 0,003	0,160 +/- 0,008	0,035 +/- 0,002	0,030 +/- 0,002
	Phosphates	mg/L	0,057 +/- 0,003	0,022 +/- 0,001	0,034 +/- 0,002	0,034 +/- 0,002	0,076 +/- 0,004	0,051 +/- 0,003
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20 +/- 0,02	0,20 +/- 0,02
	Cadmium dissous	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,410 +/- 0,210	0,600 +/- 0,310	0,180 +/- 0,090	0,210 +/- 0,110	0,45 +/- 0,23	0,39 +/- 0,20
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	0,024 +/- 0,001	<0,010	0,023 +/- 0,001	<0,010	0,032 +/- 0,002	<0,010
	Nickel dissous	µg/L	1,4 +/- 0,1	1,9 +/- 0,2	1,7 +/- 0,2	1,9 +/- 0,2	1,90 +/- 0,17	2,10 +/- 0,19
	Plomb dissous	µg/L	0,17 +/- 0,1	0,31 +/- 0,18	<0,15	<0,15	0,41 +/- 0,24	<0,15
	Uranium dissous	µg/L	1,4 +/- 0,1	1,4 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1	1,8 +/- 0,1	1,2 +/- 0,1	1 +/- 0
	Zinc dissous	µg/L	3,6 +/- 1,4	1,4 +/- 0,6	3,4 +/- 1,4	1,4 +/- 0,6	33 +/- 2	24 +/- 1
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Somme des HAP(6)	µg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

valeurs inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

Tableau 10-52 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone nord-est

	Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs - zone nord-est						Piezomètres extérieurs- zone nord-est									
			PO139		PO142		PO156		PO113		PO114		PO115		PZ700		PZ715	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	24/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024
	pH	UpH	5,7 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	4,9 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,3 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,2 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	7,0 +/- 0,3	6,6 +/- 0,3	6,5 +/- 0,3	5,3 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	205 +/- 6	198 +/- 6	178 +/- 5	191 +/- 6	177 +/- 5	171 +/- 5	191 +/- 6	181 +/- 5	214 +/- 6	237 +/- 7	211 +/- 6	209 +/- 6	277 +/- 8	262 +/- 8	268 +/- 8	255 +/- 8
	Oxygène dissous	mg/L	7,7 +/- 0,1	8,0 +/- 0,1	9,1 +/- 0,1	9,5 +/- 0,1	9,2 +/- 0,1	8,4 +/- 0,1	NR	8,7 +/- 0,1	NR	8,9 +/- 0,1	9,3 +/- 0,1	5,8 +/- 0,1	4,5 +/- 0,1	4,7 +/- 0,1	10,1 +/- 0,1	9,6 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	530 +/- 21	550 +/- 22	528 +/- 21	554 +/- 22	522 +/- 21	488 +/- 20	488 +/- 20	487 +/- 19	527 +/- 21	513 +/- 21	524 +/- 21	440 +/- 18	301 +/- 12	270 +/- 11	365 +/- 15	483 +/- 19
	COD	mg/L	1,9 +/- 0,2	1,2 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	0,7 +/- 0,1	0,7 +/- 0,1	1,2 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	0,8 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2	0,8 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2	1,0 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2
	DCO	mg/L	11,0 +/- 0,9	10,0 +/- 1,2	≤5,0	6,0 +/- 0,7	≤5,0	≤5,0	≤5,0	5,0 +/- 0,6	16,0 +/- 1,3	11,0 +/- 0,9	7,0 +/- 0,8	7,0 +/- 0,8	≤5,0	≤5,0	≤5,0	≤5,0
	MES	mg/L	7,0 +/- 0,4	3,0 +/- 0,2	≤2,0	3,0 +/- 0,2	2,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,3	5,0 +/- 0,3	28,0 +/- 1,4	61,0 +/- 3,1	58,0 +/- 2,9	12,0 +/- 0,6	8,0 +/- 0,4	23,0 +/- 1,2	23,0 +/- 1,2	≤2,0	3,0 +/- 0,2
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	9,1 +/- 2,2	3,4 +/- 0,8	1,2 +/- 0,3	1,2 +/- 0,3	2,7 +/- 0,7	2,6 +/- 0,6	2,2 +/- 0,5	2,6 +/- 0,6	2,4 +/- 0,6	2,5 +/- 0,6	3,2 +/- 0,8	3,2 +/- 0,8	8,3 +/- 2,0	8,2 +/- 2,0	5,8 +/- 1,4	3,5 +/- 0,8
	Chlorures	mg/L	30 +/- 2	37 +/- 2	30 +/- 2	33 +/- 2	37 +/- 2	38 +/- 2	34 +/- 2	40 +/- 2	39 +/- 2	51 +/- 3	38 +/- 2	43 +/- 2	46 +/- 2	51 +/- 3	37 +/- 2	46 +/- 2
	Nitrates	mg/L	13 +/- 0,7	14 +/- 0,7	9,4 +/- 0,47	10 +/- 0,5	8,6 +/- 0,43	9,4 +/- 0,47	7,6 +/- 0,38	9,1 +/- 0,46	21 +/- 1,1	24 +/- 1,2	19 +/- 1	19 +/- 1	≤1,000	2,3 +/- 0,12	34 +/- 1,7	29 +/- 1,5
	Potassium	mg/L	2,7 +/- 0,9	2,4 +/- 0,8	2,2 +/- 0,8	1,9 +/- 0,7	1,3 +/- 0,4	0,8 +/- 0,3	2,3 +/- 0,8	1,8 +/- 0,6	2,1 +/- 0,7	2,4 +/- 0,8	2,1 +/- 0,7	2,5 +/- 0,9	2,4 +/- 0,8	2,3 +/- 0,8	1,7 +/- 0,6	1,6 +/- 0,5
	Sulfates	mg/L	13,0 +/- 0,7	13,0 +/- 0,7	16,0 +/- 0,8	21,0 +/- 1,1	3,0 +/- 0,2	4,9 +/- 0,3	13,0 +/- 0,7	9,4 +/- 0,5	5,0 +/- 0,3	7,6 +/- 0,4	5,4 +/- 0,3	6,0 +/- 0,3	4,2 +/- 0,2	6,1 +/- 0,3	14,0 +/- 0,7	18,0 +/- 0,9
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	24,0 +/- 1,2	26,0 +/- 1,3	110,0 +/- 6,0	150,0 +/- 8,0	12,0 +/- 0,6	14,0 +/- 0,7	10,0 +/- 0,5	10,0 +/- 0,5	33,0 +/- 1,7	39,0 +/- 2,0	9,0 +/- 0,5	7,0 +/- 0,4	6,0 +/- 0,3	5,0 +/- 0,3	8,0 +/- 0,4	7,0 +/- 0,4
	Azote NTK	mgN/L	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Azote global	mg/L	≤3,4	≤3,7	≤2,6	≤2,8	≤2,4	≤2,6	≤2,2	≤2,6	≤5,2	≤5,9	≤4,8	≤4,8	≤0,7	≤1,0	≤8,2	≤7,1
	Baryum dissous	µg/L	34,0 +/- 1,7	49,0 +/- 2,5	62,0 +/- 3,1	78,0 +/- 3,9	3,0 +/- 0,6	5,0 +/- 1,0	11,0 +/- 0,6	14,0 +/- 0,7	62,0 +/- 3,1	79,0 +/- 4,0	27,0 +/- 1,4	30,0 +/- 1,5	19,0 +/- 1,0	20,0 +/- 1,0	17,0 +/- 0,9	20,0 +/- 1,0
	Bore dissous	µg/L	17 +/- 1	17 +/- 1	16 +/- 1	24 +/- 1	12 +/- 1	13 +/- 1	12 +/- 1	13 +/- 1	9 +/- 1	11 +/- 1	11 +/- 1	13 +/- 1	16 +/- 1	16 +/- 1	16 +/- 1	17 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	≤5,00	≤0,40	1,40 +/- 0,18	0,50 +/- 0,07	0,70 +/- 0,09	0,80 +/- 0,10	0,44 +/- 0,06	0,70 +/- 0,09	0,70 +/- 0,09	≤0,40	1,80 +/- 0,23	0,80 +/- 0,10	≤0,40	≤0,40	1,00 +/- 0,13	≤0,40
	Fer dissous	µg/L	7,0 +/- 0,4	5,0 +/- 1,0	≤2,0	2,2 +/- 0,4	≤2,0	5,0 +/- 1,0	≤2,0	4,6 +/- 0,9	8,0 +/- 0,4	5,0 +/- 1,0	≤2,0	5,0 +/- 1,0	3,9 +/- 0,7	1500 +/- 80	≤2,0	3,9 +/- 0,7
	Manganese dissous	µg/L	15 +/- 0,8	14 +/- 0,7	9 +/- 0,45	11 +/- 0,6	4 +/- 0,2	6 +/- 0,3	3,1 +/- 0,16	6,0 +/- 0,3	28 +/- 1,4	35 +/- 1,8	4,1 +/- 0,21	52 +/- 2,6	150 +/- 8	61 +/- 3,1	11 +/- 0,6	7 +/- 0,35
	Nitrites	µg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	2,0 +/- 0,1	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	2,0 +/- 0,1	18,0 +/- 0,9	≤1,0	≤1,0
	Phosphore total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,240 +/- 0,012	<0,01	0,019 +/- 0,005	<0,01	0,025 +/- 0,001	0,042 +/- 0,002	0,063 +/- 0,003	<0,01	0,017 +/- 0,005	<0,01	0,026 +/- 0,001
	Phosphates	mg/L	0,011 +/- 0,001	0,026 +/- 0,001	≤0,010	0,018 +/- 0,001	0,050 +/- 0,003	0,022 +/- 0,001	0,011 +/- 0,001	≤0,010	0,011 +/- 0,001	≤0,010	0,084 +/- 0,004	0,110 +/- 0,006	0,015 +/- 0,001	≤0,010	0,061 +/- 0,003	0,018 +/- 0,001
	Arsenic dissous	µg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2
	Cadmium dissous	µg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	0,07 +/- 0,03	≤0,02	≤0,02
Toxiques chimiques	Chrome dissous	µg/L	0,21 +/- 0,11	0,20 +/- 0,10	0,60 +/- 0,31	0,45 +/- 0,23	0,70 +/- 0,36	0,83 +/- 0,42	0,32 +/- 0,16	1,30 +/- 0,70	0,18 +/- 0,09	0,23 +/- 0,12	0,42 +/- 0,21	0,31 +/- 0,16	0,11 +/- 0,06	0,15 +/- 0,08	0,19 +/- 0,10	0,28 +/- 0,14
	Cyanures dissous	µg/L	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5
	Etain dissous	µg/L	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5
	Mercuré dissous	µg/L	0,093 +/- 0,005	0,150 +/- 0,008	0,033 +/- 0,002	≤0,010	0,021 +/- 0,001	≤0,010	0,048 +/- 0,002	0,037 +/- 0,002	0,400 +/- 0,020	0,200 +/- 0,010	0,033 +/- 0,002	≤0,010	≤0,010	0,019 +/- 0,001	0,036 +/- 0,002	0,025 +/- 0,001
	Nickel dissous	µg/L	1,3 +/- 0,1	1,4 +/- 0,1	2,2 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	2,5 +/- 0,2	4,2 +/- 0,4	1,3 +/- 0,1	3,7 +/- 0,3	2,5 +/- 0,2	3,3 +/- 0,3	2,4 +/- 0,2	2,8 +/- 0,3	1,0 +/- 0,1	0,8 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	1,0 +/- 0,1
	Plomb dissous	µg/L	0,19 +/- 0,11	43 +/- 2,2	0,24 +/- 0,14	0,29 +/- 0,17	≤0,150	0,7 +/- 0,41	1,2 +/- 0,7	≤0,150	0,23 +/- 0,14	1,3 +/- 0,07	≤0,150	≤0,150	0,24 +/- 0,14	≤0,150	≤0,150	≤0,150
	Uranium dissous	µg/L	3,30 +/- 0,17	2,10 +/- 0,11	0,90 +/- 0,05	0,80 +/- 0,04	1,70 +/- 0,09	1,70 +/- 0,09	1,60 +/- 0,08	1,50 +/- 0,08	1,50 +/- 0,08	1,40 +/- 0,07	1,60 +/- 0,08	1,30 +/- 0,07	1,00 +/- 0,05	1,80 +/- 0,09	1,10 +/- 0,06	0,98 +/- 0,05
	Zinc dissous	µg/L	5,8 +/- 0,3	≤1,0	9,0 +/- 0,5	1,7 +/- 0,7	2,6 +/- 1,0	5,2 +/- 0,3	2,3 +/- 0,9	1,3 +/- 0,5	3,0 +/- 1,2	4,0 +/- 1,6	4,6 +/- 1,8	7,0 +/- 0,4	≤1,0	≤1,0	6,4 +/- 0,3	1,4 +/- 0,6
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Somme des HAP(6)	µg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

valeurs inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

valeurs supérieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

Tableau 10-53 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone nord-ouest

	Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs - zone nord-ouest								Piezomètres extérieurs -zone nord-ouest			
			PO131		PO136		PO153		PO180		PO168		PZ322	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	20/02/2024	25/09/2024	21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024
	pH	UpH	6,3 +/- 0,3	6,1 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	6,2 +/- 0,3	6,3 +/- 0,3	5,7 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	7,8 +/- 0,3	6,6 +/- 0,3	6,5 +/- 0,3	5,6 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	180 +/- 5	194 +/- 6	223 +/- 7	231 +/- 7	205 +/- 6	180 +/- 5	193 +/- 6	190 +/- 6	383 +/- 11	354 +/- 11	175 +/- 5	168 +/- 5
	Oxygène dissous	mg/L	6,7 +/- 0,1	6,7 +/- 0,1	6,1 +/- 0,1	6,8 +/- 0,1	7,7 +/- 0,1	8,3 +/- 0,1	4,5 +/- 0,1	5,1 +/- 0,1	3,7 +/- 0,1	4,7 +/- 0,1	9,4 +/- 0,1	8,4 +/- 0,1
	Potentiel redox	m V/ENH	465 +/- 19	464 +/- 19	534 +/- 21	573 +/- 23	464 +/- 19	482 +/- 19	420 +/- 17	436 +/- 17	290 +/- 12	296 +/- 12	400 +/- 16	552 +/- 22
	COD	mg/L	1,0 +/- 0,2	1,0 +/- 0,2	≤0,3	1,7 +/- 0,2	1,1 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,4 +/- 0,1	0,9 +/- 0,2	2,8 +/- 0,3	2,3 +/- 0,2	1,2 +/- 0,1	0,7 +/- 0,1
	DCO	mg/L	6,0 +/- 0,7	11,0 +/- 0,9	≤5,0	8,0 +/- 1,0	≤5,0	5,0 +/- 0,6	6,0 +/- 0,7	6,0 +/- 0,7	<5	<5	6,0 +/- 0,7	6,0 +/- 0,7
	MES	mg/L	2,0 +/- 0,2	4,0 +/- 0,2	<2	<2	<2	<2	10,0 +/- 0,5	11,0 +/- 0,6	79,0 +/- 4,0	41,0 +/- 2,1	8,0 +/- 0,4	2,0 +/- 0,2
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	12,0 +/- 2,9	9,5 +/- 2,3	4,5 +/- 1,1	4,0 +/- 1,0	10,0 +/- 2,4	11,0 +/- 2,6	4,7 +/- 1,1	4,1 +/- 1,0	16,0 +/- 3,8	17,0 +/- 4,1	2,5 +/- 0,6	2,5 +/- 0,6
	Chlorures	mg/L	21 +/- 1	33 +/- 2	35 +/- 2	32 +/- 2	24 +/- 1	23 +/- 1	31 +/- 2	36 +/- 2	47 +/- 2	50 +/- 3	29 +/- 2	33 +/- 2
	Nitrates	mg/L	7,2 +/- 0,36	7,4 +/- 0,37	9,7 +/- 0,49	6,8 +/- 0,34	5,1 +/- 0,26	4,7 +/- 0,24	5,3 +/- 0,27	5 +/- 0,25	<1	<1	7,1 +/- 0,36	7,1 +/- 0,36
	Potassium	mg/L	2,3 +/- 0,8	2,4 +/- 0,8	3,4 +/- 1,2	3,0 +/- 1,0	2,6 +/- 0,9	2,4 +/- 0,8	2,5 +/- 0,9	2,0 +/- 0,7	5,0 +/- 1,7	4,3 +/- 1,5	2,0 +/- 0,7	1,9 +/- 0,7
	Sulfates	mg/L	4,5 +/- 0,23	9,2 +/- 0,46	25 +/- 1,3	45 +/- 2,3	16 +/- 0,8	16 +/- 0,8	13 +/- 0,7	11 +/- 0,6	12 +/- 0,6	9,5 +/- 0,48	15 +/- 0,8	17 +/- 0,9
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	8,0 +/- 0,4	11 +/- 1	210 +/- 11	160 +/- 8	7,0 +/- 0,4	19 +/- 1	6,0 +/- 0,3	8,0 +/- 0,4	7,0 +/- 0,4	2,3 +/- 0,1	14 +/- 1	16 +/- 1
	Azote NTK	mgNL	<0,5	<0,5	1,6 +/- 0,1	0,50 +/- 0,03	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<2,1	<2,2	<3,8	<2	<1,7	<1,6	<1,7	<1,6	<0,7	<0,7	<2,1	<2,1
	Baryum dissous	µg/L	7,0 +/- 1,4	11 +/- 0,6	31 +/- 1,6	52 +/- 2,6	11 +/- 0,6	11 +/- 0,6	36 +/- 1,8	41 +/- 2,1	58 +/- 2,9	59 +/- 3	33 +/- 1,7	38 +/- 1,9
	Bore dissous	µg/L	8,0 +/- 1,3	12 +/- 1	12 +/- 1	15 +/- 1	16 +/- 1	16 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1	22 +/- 1	21 +/- 1	14 +/- 1	16 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	3,2 +/- 0,4	1,3 +/- 0,2	0,8 +/- 0,1	<0,4	1,9 +/- 0,3	0,5 +/- 0,1	6,6 +/- 0,9	0,6 +/- 0,1	<0,4	<0,4	0,7 +/- 0,1	<0,4
	Fer dissous	µg/L	<2	2,4 +/- 0,46	<2	<2	<2	11 +/- 0,6	5,5 +/- 0,3	10 +/- 0,5	390 +/- 20	87 +/- 4,4	4,1 +/- 0,8	3,5 +/- 0,7
	Manganese dissous	µg/L	3,0 +/- 0,15	3,4 +/- 0,17	32 +/- 1,6	54 +/- 2,7	<1	<1	9,0 +/- 0,5	18 +/- 0,9	5300 +/- 270	6600 +/- 330	13 +/- 0,7	5,0 +/- 0,3
	Nitrites	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	7,0 +/- 0,4	3,0 +/- 0,2	<1	<1	<1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,038 +/- 0,002	0,045 +/- 0,002	<0,01	<0,01	<0,01	0,015 +/- 0,004	0,017 +/- 0,005	<0,01	0,140 +/- 0,007	0,077 +/- 0,004	<0,01	0,028 +/- 0,001
	Phosphates	mg/L	0,120 +/- 0,006	0,030 +/- 0,002	0,034 +/- 0,002	0,022 +/- 0,001	0,015 +/- 0,001	<0,01	0,015 +/- 0,001	0,014 +/- 0,001	0,015 +/- 0,001	<0,01	0,050 +/- 0,003	0,018 +/- 0,001
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	0,8 +/- 0,1	0,7 +/- 0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Cadmium dissous	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04 +/- 0,01	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,18 +/- 0,09	0,21 +/- 0,11	0,19 +/- 0,10	0,28 +/- 0,14	0,34 +/- 0,17	0,39 +/- 0,20	0,16 +/- 0,08	0,17 +/- 0,09	0,60 +/- 0,31	0,80 +/- 0,41	0,25 +/- 0,13	0,39 +/- 0,20
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	0,050 +/- 0,003	0,012 +/- 0,001	1,3 +/- 0,07	0,90 +/- 0,05	0,036 +/- 0,002	<0,01	0,19 +/- 0,01	1,0 +/- 0,1	0,026 +/- 0,001	<0,01	<0,01	0,014 +/- 0,001
	Nickel dissous	µg/L	1,6 +/- 0,1	2,2 +/- 0,2	1,7 +/- 0,2	2,4 +/- 0,2	1,9 +/- 0,2	1,7 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	3,0 +/- 0,3	1,5 +/- 0,1	1,0 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	1,5 +/- 0,1
	Plomb dissous	µg/L	0,2 +/- 0,12	0,26 +/- 0,15	0,3 +/- 0,18	0,25 +/- 0,15	<0,15	0,26 +/- 0,15	<0,15	<0,15	0,80 +/- 0,47	0,63 +/- 0,37	0,42 +/- 0,25	<0,15
	Uranium dissous	µg/L	0,40 +/- 0,02	0,90 +/- 0,05	1,6 +/- 0,1	2,9 +/- 0,2	1,0 +/- 0,1	0,90 +/- 0,05	1,8 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	<0,1	<0,1	1,8 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	58 +/- 3	17 +/- 1	7,0 +/- 0,4	1,3 +/- 0,5	7,0 +/- 0,4	1,4 +/- 0,6	10 +/- 1	5,9 +/- 0,3	5,4 +/- 0,3	4,8 +/- 1,9	6,7 +/- 0,3	6,7 +/- 0,3
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Somme des HAP(6)	µg/L	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012

valeurs inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

valeurs supérieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

Tableau 10-54 *Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures issues d'EVT-7 (EEV-SE) et volume pompé*

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global B q/L	Indice bêta global B q/L	Tritium B q/L	Potassium mg/L	pH	Volume pompé m ³
EVT-7	05/01/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	2,6E+01	3,9	6,4	7850
	06/02/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	2,8E+01	2,9	6,1	7775
	05/03/2024	≤ 3,3E-01	≤ 7,2E-01	2,7E+01	2,6	6,3	7007
	05/04/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	2,8E+01	2,2	6,2	7723
	16/05/2024	≤ 3,3E-01	≤ 7,2E-01	1,9E+01	2,9	6,3	9041
	11/06/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	2,7E+01	2,7	6,3	5038
	01/07/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	3,4E+01	2,6	6,1	3435
	01/08/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,0E-01	1,8E+01	2,6	6,3	5031
	06/09/2024	≤ 3,3E-01	≤ 7,2E-01	3,0E+01	4,1	6,0	5672
	02/10/2024	≤ 3,6E-01	≤ 7,6E-01	2,6E+01	3,0	6,1	4689
	05/11/2024	≤ 4,9E-01	≤ 7,1E-01	3,7E+01	2,7	6,3	6106
	05/12/2024	≤ 4,3E-01	≤ 7,4E-01	3,2E+01	3,7	6,2	6430
Somme							75795

10.9.12 Résultats des eaux de surfaces

Tableau 10-55 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteures au point de contrôle R1

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
R1	02/01/2024	2,80E-02	1,19E-01	≤ 2,10E+00	3,10E+00	7,9
	09/01/2024	≤ 1,50E-02	9,30E-02	≤ 2,20E+00	2,42E+00	7,8
	16/01/2024	≤ 1,50E-02	1,00E-01	≤ 1,80E+00	2,23E+00	8,2
	23/01/2024	1,90E-02	8,20E-02	≤ 1,90E+00	2,32E+00	8,2
	30/01/2024	≤ 1,50E-02	5,90E-02	3,00E+00	1,95E+00	7,8
	06/02/2024	≤ 1,00E-02	7,20E-02	≤ 2,00E+00	2,05E+00	6,6
	13/02/2024	≤ 1,00E-02	6,10E-02	≤ 1,90E+00	2,30E+00	7,5
	20/02/2024	≤ 1,50E-02	8,80E-02	2,90E+00	2,34E+00	7,7
	27/02/2024	≤ 1,50E-02	7,20E-02	2,30E+00	2,52E+00	7,4
	05/03/2024	4,30E-02	1,10E-01	≤ 2,80E+00	1,38E+00	6,8
	12/03/2024	1,90E-02	1,00E-01	≤ 2,40E+00	2,49E+00	7,6
	19/03/2024	≤ 1,40E-02	9,40E-02	≤ 2,30E+00	2,26E+00	7,5
	26/03/2024	≤ 1,40E-02	8,10E-02	≤ 2,40E+00	2,13E+00	7,7
	02/04/2024	≤ 1,50E-02	7,70E-02	≤ 2,40E+00	2,06E+00	7,7
	09/04/2024	≤ 1,40E-02	7,50E-02	≤ 2,40E+00	2,28E+00	7,4
	16/04/2024	≤ 1,40E-02	6,40E-02	≤ 2,40E+00	1,97E+00	7,7
	23/04/2024	≤ 1,40E-02	5,90E-02	≤ 2,40E+00	1,78E+00	7,9
	30/04/2024	≤ 1,40E-02	8,40E-02	≤ 2,30E+00	2,23E+00	7,6
	07/05/2024	≤ 1,40E-02	6,40E-02	≤ 2,20E+00	1,61E+00	7,9
	14/05/2024	≤ 1,40E-02	6,60E-02	≤ 2,30E+00	1,97E+00	7,8
	21/05/2024	≤ 1,40E-02	4,60E-02	≤ 2,30E+00	1,57E+00	7,7
	28/05/2024	≤ 1,40E-02	7,50E-02	≤ 2,40E+00	2,02E+00	7,9
	04/06/2024	≤ 1,30E-02	6,00E-02	≤ 2,30E+00	1,69E+00	7,7
	11/06/2024	≤ 1,30E-02	5,80E-02	≤ 2,30E+00	1,52E+00	7,5
	18/06/2024	≤ 1,30E-02	7,90E-02	≤ 2,40E+00	1,79E+00	7,6
	25/06/2024	≤ 1,30E-02	7,40E-02	≤ 2,30E+00	1,88E+00	7,7
	02/07/2024	≤ 1,30E-02	6,20E-02	≤ 2,70E+00	1,71E+00	7,5
	09/07/2024	1,60E-02	1,13E-01	≤ 2,80E+00	2,67E+00	7,7
	16/07/2024	3,60E-02	2,20E-01	≤ 2,70E+00	4,56E+00	7,8
	23/07/2024	≤ 1,30E-02	6,80E-02	≤ 2,40E+00	2,90E+00	7,7
	30/07/2024	≤ 1,30E-02	5,40E-02	≤ 2,40E+00	2,33E+00	7,8
	06/08/2024	≤ 1,30E-02	6,60E-02	≤ 2,30E+00	2,43E+00	7,7
	13/08/2024	≤ 1,30E-02	8,50E-02	≤ 2,20E+00	2,48E+00	7,9
	20/08/2024	≤ 1,30E-02	1,30E-01	≤ 2,30E+00	3,24E+00	7,8
	27/08/2024	≤ 1,30E-02	8,80E-02	≤ 2,10E+00	2,68E+00	7,8
	03/09/2024	≤ 1,30E-02	7,80E-02	≤ 2,20E+00	2,50E+00	7,7
	10/09/2024	2,50E-02	1,35E-01	≤ 2,30E+00	3,38E+00	7,6
	17/09/2024	≤ 1,30E-02	6,20E-02	≤ 2,30E+00	2,54E+00	7,8
	24/09/2024	1,60E-02	9,90E-02	≤ 2,20E+00	2,90E+00	7,0
	01/10/2024	≤ 1,30E-02	7,00E-02	≤ 2,30E+00	2,17E+00	7,7
	08/10/2024	≤ 1,30E-02	9,10E-02	≤ 2,40E+00	2,82E+00	7,9
	15/10/2024	≤ 1,30E-02	6,10E-02	≤ 2,20E+00	2,50E+00	7,6
	22/10/2024	≤ 1,30E-02	8,30E-02	≤ 2,20E+00	2,57E+00	7,7
	29/10/2024	4,10E-02	1,65E-01	≤ 2,20E+00	4,23E+00	7,9
	05/11/2024	≤ 1,30E-02	8,70E-02	≤ 2,80E+00	2,34E+00	8,0
	12/11/2024	≤ 1,30E-02	8,50E-02	≤ 2,80E+00	2,52E+00	7,7
	19/11/2024	≤ 1,30E-02	1,08E-01	≤ 3,00E+00	3,20E+00	7,9
	26/11/2024	1,90E-02	1,19E-01	≤ 2,20E+00	3,24E+00	7,7
	03/12/2024	1,70E-02	1,27E-01	≤ 3,00E+00	3,23E+00	7,2
	10/12/2024	2,90E-02	1,10E-01	≤ 3,00E+00	3,43E+00	7,6
	17/12/2024	≤ 1,30E-02	7,00E-02	≤ 2,80E+00	2,67E+00	7,7
	24/12/2024	≤ 1,30E-02	8,20E-02	≤ 2,70E+00	2,67E+00	7,3
	31/12/2024	≤ 1,30E-02	1,08E-01	≤ 2,80E+00	2,38E+00	7,2

Tableau 10-56 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteures au point de contrôle R1-10

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
R1-10	02/01/2024	2,40E-02	1,05E-01	≤ 2,10E+00	3,09E+00	7,5
	09/01/2024	≤ 1,50E-02	8,00E-02	3,30E+00	2,32E+00	7,4
	16/01/2024	≤ 1,50E-02	1,19E-01	4,60E+00	2,23E+00	7,4
	23/01/2024	≤ 1,50E-02	7,90E-02	3,80E+00	2,32E+00	7,9
	30/01/2024	≤ 1,10E-02	7,10E-02	4,10E+00	2,04E+00	7,1
	06/02/2024	≤ 1,50E-02	7,80E-02	6,40E+00	2,14E+00	7,3
	13/02/2024	≤ 1,50E-02	6,70E-02	4,70E+00	2,30E+00	7,3
	20/02/2024	≤ 1,50E-02	1,06E-01	6,70E+00	2,34E+00	7,3
	27/02/2024	≤ 1,50E-02	7,60E-02	4,90E+00	2,43E+00	7,1
	05/03/2024	≤ 1,50E-02	7,20E-02	≤ 3,00E+00	2,21E+00	6,8
	12/03/2024	≤ 1,50E-02	6,50E-02	3,40E+00	2,40E+00	7,3
	19/03/2024	≤ 1,50E-02	8,10E-02	6,80E+00	2,26E+00	7,2
	26/03/2024	≤ 1,50E-02	8,00E-02	3,80E+00	2,22E+00	7,2
	02/04/2024	≤ 1,40E-02	8,00E-02	4,70E+00	2,25E+00	7,5
	09/04/2024	≤ 1,40E-02	8,80E-02	3,60E+00	2,28E+00	7,5
	16/04/2024	≤ 1,40E-02	5,70E-02	4,10E+00	2,06E+00	7,5
	23/04/2024	≤ 1,50E-02	8,80E-02	5,90E+00	2,05E+00	7,5
	30/04/2024	≤ 1,50E-02	9,10E-02	4,70E+00	2,32E+00	7,4
	07/05/2024	≤ 1,40E-02	6,10E-02	6,80E+00	1,79E+00	7,4
	14/05/2024	≤ 1,40E-02	7,20E-02	3,30E+00	2,06E+00	7,5
	21/05/2024	≤ 1,40E-02	6,10E-02	6,70E+00	1,93E+00	7,5
	28/05/2024	≤ 1,40E-02	1,06E-01	3,20E+00	2,11E+00	7,5
	04/06/2024	≤ 1,30E-02	6,20E-02	7,40E+00	1,96E+00	7,4
	11/06/2024	≤ 1,30E-02	5,80E-02	7,30E+00	1,97E+00	7,3
	18/06/2024	≤ 1,30E-02	9,70E-02	7,90E+00	2,33E+00	7,3
	25/06/2024	≤ 1,30E-02	7,80E-02	8,10E+00	2,24E+00	7,3
	02/07/2024	≤ 1,30E-02	6,60E-02	5,90E+00	1,98E+00	7,4
	09/07/2024	≤ 1,30E-02	8,60E-02	≤ 2,80E+00	2,76E+00	7,5
	16/07/2024	2,10E-02	1,12E-01	≤ 2,40E+00	3,60E+00	7,4
	23/07/2024	≤ 1,30E-02	8,90E-02	6,50E+00	2,80E+00	7,7
	30/07/2024	≤ 1,30E-02	7,40E-02	7,70E+00	2,42E+00	7,6
	06/08/2024	≤ 1,30E-02	9,60E-02	4,60E+00	2,80E+00	7,4
	13/08/2024	≤ 1,30E-02	6,60E-02	1,07E+01	2,39E+00	7,6
	20/08/2024	≤ 1,30E-02	1,32E-01	8,00E+00	2,87E+00	7,5
	27/08/2024	1,60E-02	9,20E-02	6,50E+00	2,68E+00	7,6
	03/09/2024	3,00E-02	9,00E-02	7,90E+00	2,59E+00	7,4
	10/09/2024	≤ 1,30E-02	8,30E-02	8,10E+00	3,00E+00	7,5
	17/09/2024	≤ 1,30E-02	6,80E-02	6,60E+00	2,44E+00	7,3
	24/09/2024	≤ 1,30E-02	9,90E-02	6,10E+00	2,81E+00	7,4
	01/10/2024	≤ 1,30E-02	6,30E-02	4,80E+00	2,36E+00	7,4
	08/10/2024	≤ 1,30E-02	7,60E-02	6,10E+00	2,63E+00	7,8
	15/10/2024	≤ 1,30E-02	8,10E-02	5,80E+00	2,50E+00	8,0
	22/10/2024	≤ 1,30E-02	7,90E-02	5,80E+00	2,67E+00	7,8
	29/10/2024	3,20E-02	1,33E-01	≤ 2,20E+00	4,03E+00	7,4
	05/11/2024	2,00E-02	1,03E-01	≤ 2,80E+00	2,34E+00	7,8
	12/11/2024	≤ 1,30E-02	7,80E-02	≤ 2,80E+00	2,43E+00	7,6
	19/11/2024	≤ 1,30E-02	1,17E-01	≤ 2,40E+00	3,01E+00	7,8
	26/11/2024	2,20E-02	1,10E-01	≤ 2,90E+00	3,14E+00	7,8
	03/12/2024	1,90E-02	1,25E-01	≤ 3,00E+00	3,23E+00	7,3
	10/12/2024	≤ 1,30E-02	1,02E-01	≤ 2,90E+00	3,33E+00	7,7
	17/12/2024	≤ 1,30E-02	9,50E-02	4,30E+00	2,58E+00	7,6
	24/12/2024	≤ 1,40E-02	1,13E-01	3,20E+00	2,67E+00	7,3
	31/12/2024	≤ 1,40E-02	1,00E-01	3,00E+00	2,58E+00	7,4

Tableau 10-57

Résultats des analyses physico-chimiques des eaux des Roteurs (R1) et des eaux du Grand-Bel (R3)

	Paramètres	Unités	R1		R3	
	Date de prélèvement		21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	7,7 +/- 0,2	7,5 +/- 0,2	6,6 +/- 0,2	7,3 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	229 +/- 7	228 +/- 7	285 +/- 9	277 +/- 8
	Oxygène dissous	mgO2/L	11,2 +/- 0,1	10,0 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	10,1 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	370 +/- 15	407 +/- 16	409 +/- 16	404 +/- 16
	DBO5	mg/L	<0,5	1,2 +/- 0,06	<0,5	1,0 +/- 0,05
	DCO	mg/L	8,0 +/- 1,0	11,0 +/- 0,9	<5,0	<5,0
	COD	mg/L	3,6 +/- 0,32	3,6 +/- 0,32	0,8 +/- 0,15	0,8 +/- 0,15
	Biodégradabilité	-	<16	9	<10	<5
	MES	mg/L	4,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,3	<2	<2
	Potassium	mg/L	1,9 +/- 0,1	2,2 +/- 0,11	2,6 +/- 0,13	2,6 +/- 0,13
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	9,8 +/- 0,49	7,2 +/- 0,36	27 +/- 1,4	27 +/- 1,4
	Nitrites	µg/L	12,0 +/- 0,6	15,0 +/- 0,8	2,0 +/- 0,1	<1
	Azote NTK	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,50 +/- 0,03
	Azote global	mg/L	<2,7	<2,1	<6,6	<6,6
	Phosphates	mg/L	0,046 +/- 0,0023	0,27 +/- 0,014	0,14 +/- 0,007	0,11 +/- 0,006
	Aluminium dissous	µg/L	50 +/- 2,5	69 +/- 3,5	6 +/- 0,3	6 +/- 0,3
	Baryum dissous	µg/L	19 +/- 1	16 +/- 0,8	36 +/- 1,8	39 +/- 2
	Bore dissous	µg/L	15 +/- 0,8	16 +/- 0,8	17 +/- 0,9	17 +/- 0,9
	Cuivre dissous	µg/L	1,1 +/- 0,14	1,8 +/- 0,23	<0,4	<0,4
	Fer dissous	µg/L	130 +/- 7	310 +/- 16	<2	<2
	Manganèse dissous	µg/L	15 +/- 0,8	8 +/- 0,4	2,9 +/- 0,15	<1
Substances toxiques	Arsenic dissous	µg/L	<0,20	0,33 +/- 0,03	<0,20	<0,20
	Cadmium dissous	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,33 +/- 0,17	0,28 +/- 0,14	0,35 +/- 0,18	0,36 +/- 0,18
	Etain dissous	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
	Mercure dissous	µg/L	0,052 +/- 0,0026	0,020 +/- 0,001	0,022 +/- 0,0011	<0,01
	Nickel dissous	µg/L	1,7 +/- 0,15	1,7 +/- 0,15	1,4 +/- 0,13	1,3 +/- 0,12
	Plomb dissous	µg/L	0,3 +/- 0,2	0,3 +/- 0,2	0,2 +/- 0,1	<0,2
	Uranium dissous	µg/L	1,2 +/- 0,06	1,1 +/- 0,06	0,8 +/- 0,04	1,1 +/- 0,06
	Zinc dissous	µg/L	6,9 +/- 0,35	1,5 +/- 0,6	2,1 +/- 0,8	2,0 +/- 0,8
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10

valeurs inférieures aux NQE de l'arrêté modifié du 25/01/2010

valeurs supérieures aux NQE de l'arrêté modifié du 25/01/2010

Tableau 10-58 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux du Grand-Bel au point de contrôle R3

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
R 3	02/01/2024	≤ 1,50E-02	1,10E-01	1,33E+02	3,37E+00	6,6
	09/01/2024	≤ 1,50E-02	1,40E-01	1,43E+02	4,68E+00	6,5
	16/01/2024	≤ 1,50E-02	9,00E-02	1,48E+02	3,15E+00	6,3
	23/01/2024	1,90E-02	9,60E-02	1,52E+02	3,15E+00	7,4
	30/01/2024	≤ 1,50E-02	1,10E-01	1,52E+02	2,86E+00	7,2
	06/02/2024	≤ 1,50E-02	8,80E-02	1,42E+02	3,06E+00	7,1
	13/02/2024	≤ 1,50E-02	8,80E-02	1,45E+02	3,05E+00	6,9
	20/02/2024	≤ 1,50E-02	1,11E-01	1,45E+02	3,07E+00	6,7
	27/02/2024	≤ 1,50E-02	1,06E-01	1,41E+02	3,08E+00	6,4
	05/03/2024	≤ 1,50E-02	1,15E-01	1,36E+02	3,05E+00	6,3
	12/03/2024	≤ 1,50E-02	1,28E-01	1,39E+02	3,24E+00	6,6
	19/03/2024	≤ 1,50E-02	1,27E-01	1,39E+02	3,10E+00	7,7
	26/03/2024	≤ 1,50E-02	1,05E-01	1,45E+02	3,16E+00	6,8
	02/04/2024	≤ 1,50E-02	1,08E-01	1,34E+02	3,08E+00	6,7
	09/04/2024	2,20E-02	8,90E-02	1,36E+02	3,20E+00	6,9
	16/04/2024	≤ 1,50E-02	1,13E-01	1,35E+02	3,08E+00	6,9
	23/04/2024	≤ 1,50E-02	1,14E-01	1,38E+02	3,06E+00	7,1
	30/04/2024	2,80E-02	1,25E-01	1,38E+02	2,96E+00	6,9
	07/05/2024	≤ 1,50E-02	1,11E-01	1,44E+02	2,78E+00	7,0
	14/05/2024	2,20E-02	1,22E-01	1,39E+02	2,88E+00	7,1
	21/05/2024	≤ 1,50E-02	9,60E-02	1,45E+02	3,04E+00	6,8
	28/05/2024	≤ 1,50E-02	1,19E-01	1,42E+02	2,76E+00	7,1
	04/06/2024	≤ 1,30E-02	1,01E-01	1,36E+02	2,88E+00	7,1
	11/06/2024	≤ 1,30E-02	9,60E-02	1,38E+02	2,99E+00	7,1
	18/06/2024	≤ 1,30E-02	1,13E-01	1,43E+02	3,07E+00	7,1
	25/06/2024	≤ 1,30E-02	9,90E-02	1,42E+02	3,07E+00	7,1
	02/07/2024	2,60E-02	9,50E-02	1,44E+02	2,99E+00	7,3
	09/07/2024	≤ 1,30E-02	9,10E-02	1,43E+02	3,13E+00	7,3
	16/07/2024	≤ 1,30E-02	1,14E-01	1,25E+02	3,60E+00	7,5
	23/07/2024	≤ 1,30E-02	8,90E-02	1,35E+02	3,09E+00	7,7
	30/07/2024	≤ 1,30E-02	7,30E-02	1,36E+02	3,08E+00	7,7
	06/08/2024	1,60E-02	1,45E-01	1,36E+02	3,17E+00	7,5
	13/08/2024	2,10E-02	1,52E-01	1,44E+02	2,94E+00	7,9
	20/08/2024	≤ 1,30E-02	1,12E-01	1,41E+02	2,96E+00	7,6
	27/08/2024	1,60E-02	1,00E-01	1,41E+02	2,96E+00	7,6
	03/09/2024	3,20E-02	2,50E-01	1,41E+02	3,53E+00	7,5
	10/09/2024	≤ 1,40E-02	1,19E-01	1,35E+02	3,19E+00	7,4
	17/09/2024	≤ 1,40E-02	8,30E-02	1,37E+02	3,09E+00	7,2
	24/09/2024	≤ 1,30E-02	1,06E-01	1,44E+02	3,47E+00	7,4
	01/10/2024	1,90E-02	7,80E-02	1,42E+02	3,10E+00	7,7
	08/10/2024	≤ 1,30E-02	7,60E-02	1,46E+02	3,10E+00	7,6
	15/10/2024	1,90E-02	1,20E-01	1,46E+02	3,06E+00	7,4
	22/10/2024	3,10E-02	1,11E-01	1,34E+02	3,33E+00	7,2
	29/10/2024	2,20E-02	1,33E-01	1,30E+02	3,65E+00	7,3
	05/11/2024	1,90E-02	1,29E-01	1,34E+02	3,08E+00	7,3
	12/11/2024	≤ 1,30E-02	1,35E-01	1,34E+02	3,17E+00	7,6
	19/11/2024	≤ 1,30E-02	1,09E-01	1,31E+02	3,10E+00	7,6
	26/11/2024	≤ 1,30E-02	1,27E-01	1,40E+02	3,52E+00	7,2
	03/12/2024	2,20E-02	1,24E-01	1,23E+02	3,42E+00	7,4
	10/12/2024	≤ 1,30E-02	1,06E-01	1,30E+02	3,43E+00	7,8
	17/12/2024	1,90E-02	9,20E-02	1,32E+02	3,25E+00	7,1
	24/12/2024	≤ 1,40E-02	1,15E-01	1,32E+02	3,35E+00	7,1
	31/12/2024	≤ 1,40E-02	9,30E-02	1,33E+02	3,44E+00	6,9

Tableau 10-59 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
R6	02/01/2024	≤ 1,4E-02	7,0E-02	7,6E+00	1,9E+00	7,2
	09/01/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	8,1E+00	2,6E+00	7,2
	16/01/2024	≤ 1,5E-02	8,1E-02	1,2E+01	3,0E+00	7,1
	23/01/2024	2,1E-02	1,2E-01	4,6E+01	3,7E+00	8,5
	30/01/2024	≤ 1,5E-02	1,4E-01	9,2E+00	3,0E+00	8,0
	06/02/2024	≤ 1,5E-02	1,3E-01	1,2E+01	3,1E+00	8,0
	13/02/2024	≤ 1,5E-02	1,3E-01	1,4E+01	3,1E+00	7,7
	20/02/2024	≤ 1,5E-02	1,0E-01	6,7E+01	3,0E+00	7,9
	27/02/2024	5,1E-02	2,4E-01	1,3E+01	3,5E+00	7,4
	05/03/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	4,5E+01	2,8E+00	7,6
	12/03/2024	≤ 1,4E-02	9,3E-02	8,8E+00	2,4E+00	7,5
	19/03/2024	≤ 1,4E-02	1,3E-01	4,6E+01	2,3E+00	7,7
	26/03/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	1,1E+01	3,0E+00	7,7
	02/04/2024	≤ 1,4E-02	1,3E-01	5,0E+01	2,7E+00	8,0
	09/04/2024	≤ 1,4E-02	1,4E-01	7,4E+00	2,8E+00	7,8
	16/04/2024	≤ 1,4E-02	1,2E-01	9,1E+00	2,9E+00	8,0
	23/04/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	1,6E+01	3,0E+00	7,9
	30/04/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	1,7E+01	3,0E+00	7,9
	07/05/2024	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,8E+01	2,5E+00	7,8
	14/05/2024	≤ 1,4E-02	1,3E-01	2,3E+01	2,8E+00	7,8
	21/05/2024	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,8E+01	2,8E+00	7,8
	28/05/2024	≤ 1,4E-02	1,0E-01	2,2E+01	2,5E+00	7,8
	04/06/2024	≤ 1,3E-02	1,3E-01	2,4E+01	2,7E+00	7,8
	11/06/2024	≤ 1,3E-02	1,4E-01	1,9E+01	2,8E+00	7,9
	18/06/2024	≤ 1,3E-02	1,4E-01	1,6E+01	2,8E+00	7,8
	25/06/2024	≤ 1,4E-02	1,7E-01	2,2E+01	2,9E+00	8,0
	02/07/2024	2,3E-02	1,2E-01	2,0E+01	2,9E+00	7,8
	09/07/2024	2,2E-02	1,3E-01	1,7E+01	3,0E+00	8,0
	16/07/2024	1,8E-02	1,1E-01	1,2E+01	2,4E+00	7,9
	23/07/2024	2,0E-02	1,4E-01	1,8E+01	2,9E+00	8,0
	30/07/2024	≤ 1,3E-02	1,0E-01	1,8E+01	2,8E+00	8,0
	06/08/2024	2,3E-02	1,5E-01	2,1E+01	2,5E+00	8,0
	13/08/2024	≤ 1,3E-02	1,3E-01	2,2E+01	2,8E+00	8,3
	20/08/2024	≤ 1,3E-02	1,4E-01	2,2E+01	2,6E+00	8,0
	27/08/2024	2,3E-02	1,2E-01	1,7E+01	2,6E+00	8,1
	03/09/2024	≤ 1,3E-02	1,0E-01	1,6E+01	2,6E+00	7,9
	10/09/2024	2,1E-02	1,3E-01	9,8E+00	3,1E+00	8,3
	17/09/2024	≤ 1,3E-02	1,3E-01	1,6E+01	2,7E+00	7,6
	24/09/2024	≤ 1,3E-02	1,4E-01	2,3E+01	2,6E+00	7,9
	01/10/2024	≤ 1,3E-02	1,1E-01	9,1E+00	2,2E+00	8,1
	08/10/2024	≤ 1,3E-02	1,1E-01	1,3E+01	2,8E+00	7,6
	15/10/2024	≤ 1,3E-02	1,2E-01	7,2E+00	3,3E+00	7,5
	22/10/2024	1,7E-02	1,2E-01	1,2E+01	2,5E+00	7,4
	29/10/2024	2,4E-02	1,5E-01	1,3E+01	2,4E+00	7,3
	05/11/2024	≤ 1,3E-02	8,1E-02	1,5E+01	2,7E+00	7,4
	12/11/2024	1,9E-02	1,2E-01	1,0E+01	2,9E+00	7,6
	19/11/2024	≤ 1,3E-02	1,1E-01	1,9E+01	2,5E+00	7,7
	26/11/2024	≤ 1,3E-02	1,1E-01	9,4E+00	2,1E+00	7,5
	03/12/2024	≤ 1,3E-02	8,5E-02	6,7E+00	2,4E+00	7,3
	10/12/2024	2,0E-02	1,3E-01	6,5E+01	3,1E+00	7,7
	17/12/2024	≤ 1,3E-02	8,8E-02	5,2E+00	3,1E+00	7,4
	24/12/2024	≤ 1,4E-02	9,6E-02	1,1E+01	3,2E+00	7,5
	31/12/2024	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,2E+01	3,3E+00	7,6

Tableau 10-60 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux à la confluence du Grand-Bel et de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6-10

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit instantané m³/h	Volume écoulé m³
R6-10	02/01/2024	3,0E-02	2,2E-01	8,0E+00	4,3E+00	7,2	1009	131804
	09/01/2024	≤ 1,6E-02	1,6E-01	9,6E+00	3,2E+00	7,2	571	81947
	16/01/2024	2,2E-02	1,0E-01	1,2E+01	3,2E+00	7,3	385	69301
	23/01/2024	3,1E-02	1,2E-01	1,4E+01	3,7E+00	7,4	464	58834
	30/01/2024	≤ 1,6E-02	9,1E-02	1,2E+01	2,8E+00	7,3	270	42389
	06/02/2024	2,6E-02	9,5E-02	1,2E+01	2,9E+00	7,8	232	61012
	13/02/2024	2,8E-02	8,6E-02	1,3E+01	3,0E+00	7,6	258	77879
	20/02/2024	≤ 1,5E-02	1,2E-01	4,1E+01	3,0E+00	7,8	333	106661
	27/02/2024	4,6E-02	1,2E-01	1,2E+01	3,1E+00	7,4	552	136760
	05/03/2024	5,4E-02	1,2E-01	1,0E+01	3,2E+00	7,1	889	101578
	12/03/2024	≤ 1,5E-02	1,5E-01	8,2E+00	3,2E+00	7,7	518	78967
	19/03/2024	1,9E-02	1,3E-01	2,5E+01	2,6E+00	7,5	515	65642
	26/03/2024	2,0E-02	1,1E-01	1,2E+01	2,8E+00	7,6	313	65678
	02/04/2024	2,4E-02	1,7E-01	2,3E+01	2,8E+00	7,0	444	62600
	09/04/2024	≤ 1,5E-02	9,1E-02	1,2E+01	2,9E+00	7,5	284	45828
	16/04/2024	3,1E-02	1,3E-01	9,7E+00	2,7E+00	7,5	253	33253
	23/04/2024	2,3E-02	8,7E-02	1,2E+01	2,6E+00	7,5	180	30657
	30/04/2024	3,4E-02	1,1E-01	1,3E+01	2,8E+00	7,5	169	44805
	07/05/2024	≤ 1,5E-02	9,8E-02	1,6E+01	2,4E+00	7,5	186	30418
	14/05/2024	≤ 1,5E-02	8,9E-02	1,3E+01	2,9E+00	7,7	182	29114
	21/05/2024	≤ 1,5E-02	1,0E-01	1,2E+01	2,9E+00	7,6	166	27017
	28/05/2024	2,1E-02	1,3E-01	1,2E+01	3,1E+00	7,7	175	25250
	04/06/2024	2,0E-02	1,2E-01	1,3E+01	2,7E+00	7,6	149	24273
	11/06/2024	2,4E-02	1,1E-01	1,6E+01	2,6E+00	7,6	139	23774
	18/06/2024	3,2E-02	9,1E-02	1,4E+01	2,8E+00	7,6	142	23685
	25/06/2024	≤ 1,3E-02	1,2E-01	1,5E+01	2,6E+00	7,6	143	22226
	02/07/2024	4,9E-02	1,4E-01	1,3E+01	2,6E+00	7,7	122	21949
	09/07/2024	2,4E-02	1,2E-01	1,0E+01	3,4E+00	7,9	138	18614
	16/07/2024	3,9E-02	2,0E-01	9,7E+00	5,5E+00	7,7	158	18234
	23/07/2024	1,7E-02	1,2E-01	1,7E+01	3,1E+00	7,9	97	27534
	30/07/2024	3,2E-02	1,2E-01	3,1E+01	2,8E+00	7,8	90	14964
	06/08/2024	2,4E-02	1,6E-01	1,7E+01	3,4E+00	7,7	100	14636
	13/08/2024	3,0E-02	1,1E-01	1,8E+01	2,6E+00	7,9	83	14229
	20/08/2024	2,2E-02	1,3E-01	1,7E+01	3,3E+00	7,8	82	36369
	27/08/2024	2,1E-02	1,5E-01	3,6E+01	2,6E+00	8,1	346	16972
	03/09/2024	2,4E-02	8,4E-02	1,6E+01	2,7E+00	7,7	223	41237
	10/09/2024	2,0E-02	8,7E-02	1,1E+01	3,1E+00	8,0	173	24801
	17/09/2024	≤ 1,4E-02	8,2E-02	1,5E+01	2,8E+00	7,4	162	17776
	24/09/2024	2,0E-02	9,5E-02	2,5E+01	3,6E+00	7,8	111	13988
	01/10/2024	2,0E-02	1,3E-01	1,4E+01	2,8E+00	7,7	72	11906
	08/10/2024	≤ 1,3E-02	1,3E-01	1,2E+01	2,9E+00	7,6	67	12559
	15/10/2024	1,1E-01	2,9E-01	1,7E+02	4,0E+00	7,5	455	32909
	22/10/2024	2,2E-02	1,6E-01	1,1E+01	4,8E+00	7,2	117	24013
	29/10/2024	3,3E-02	2,2E-01	1,3E+01	5,3E+00	7,3	186	20944
	05/11/2024	2,1E-02	1,1E-01	1,1E+01	3,0E+00	7,4	93	14962
	12/11/2024	≤ 1,3E-02	1,4E-01	9,6E+00	3,1E+00	7,5	80	15836
	19/11/2024	2,1E-02	1,4E-01	1,1E+01	3,7E+00	7,5	109	37173
	26/11/2024	1,9E-02	1,5E-01	7,2E+00	3,8E+00	7,6	230	46637
	03/12/2024	2,2E-02	1,4E-01	8,2E+00	4,4E+00	7,3	243	42868
	10/12/2024	≤ 1,3E-02	1,2E-01	1,1E+01	4,1E+00	8,2	499	42425
	17/12/2024	2,5E-02	1,1E-01	9,0E+00	3,1E+00	7,3	164	46961
	24/12/2024	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,5E+01	3,4E+00	7,2	198	37413
	31/12/2024	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,2E+01	3,4E+00	7,5	198	63930
Moyenne							255	
Somme								2233191

Tableau 10-61

Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10

	LES EAUX				LES SEDIMENTS
	R6		R6-10		SR6-10
	Fraction soluble Activité en Bq/L	Fraction insoluble Activité en Bq/L	Fraction soluble Activité en Bq/L	Fraction insoluble Activité en Bq/L	
Spectrométrie gamma					
⁴⁰ K	2,10E-01 +/- 6,00E-02	9,80E-02 +/- 4,40E-02	8,00E-02 +/- 6,00E-02	≤5,00E-02	9,80E+02 +/- 8,00E+01
⁶⁰ Co	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-01
⁹⁴ Nb	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-01
^{108m} Ag	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-03	≤2,00E-01
^{110m} Ag	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-01
¹³⁴ Cs	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-01
¹³⁷ Cs	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	3,43E+00 +/- 4,60E-01
²¹⁰ Pb	≤3,00E-02	≤3,00E-02	≤3,00E-02	≤2,00E-02	8,60E+01 +/- 1,80E+01
²¹² Pb	≤6,00E-03	≤5,00E-03	1,40E-02 +/- 6,00E-03	≤4,00E-03	8,00E+01 +/- 8,00E+00
²¹⁴ Pb	≤6,00E-02	≤5,00E-02	≤5,00E-02	≤4,00E-02	8,30E+01 +/- 2,90E+01
²²⁶ Ra	≤6,00E-02	≤5,00E-02	≤5,00E-02	≤4,00E-02	8,30E+01 +/- 2,90E+01
²²⁸ Ra	≤1,00E-02	≤1,00E-02	≤1,00E-02	≤1,00E-02	6,58E+01 +/- 4,00E+00
²³⁴ Th	≤3,00E-02	≤3,00E-02	≤4,00E-02	≤3,00E-02	9,00E+01 +/- 1,70E+01
²³⁵ U	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤3,00E-03	2,80E+00 +/- 1,40E+00
²⁴¹ Am	≤3,00E-03	≤3,00E-03	≤4,00E-03	≤3,00E-03	≤6,00E-01
Spectrométrie alpha					
²²⁶ Ra	≤1,00E-02		≤3,00E-02		
²³⁴ U	1,05E-03 +/- 4,00E-04	1,60E-03 +/- 5,00E-04	2,70E-03 +/- 6,00E-04	4,00E-04 +/- 4,00E-04	3,03E+01 +/- 4,10E+00
²³⁵ U	≤7,00E-05	≤8,00E-05	≤9,00E-05	≤1,00E-04	2,00E+00 +/- 8,00E-01
²³⁸ U	9,70E-04 +/- 3,00E-04	6,10E-04 +/- 3,00E-04	8,60E-04 +/- 3,00E-04	3,00E-04 +/- 3,00E-04	3,06E+01 +/- 4,20E+00
²³⁸ Pu	≤3,00E-03	≤2,00E-03	≤2,00E-03	≤5,00E-03	≤2,00E-01
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	≤1,00E-03	≤8,00E-04	≤1,00E-03	≤3,00E-03	≤2,00E-01
²⁴¹ Am	≤3,00E-04	≤2,00E-04	≤3,00E-04	≤3,00E-04	≤3,00E-01
²⁴⁴ Cm	≤1,00E-04	≤1,00E-04	≤1,00E-04	≤1,00E-04	≤2,00E-01
²³² Th	≤2,00E-02	≤6,00E-03	≤8,00E-03	≤2,00E-02	2,20E+01 +/- 5,00E+00
Scintillation liquide					
³ H	1,80E+01 +/- 7,00E+00		1,40E+01 +/- 6,00E+00		
¹⁴ C	≤2,00E+00	≤8,00E-01	≤2,00E+00	≤8,00E-01	≤5,90E+01
³⁶ Cl	≤2,00E-01	≤2,00E-01	≤1,00E-01	≤2,00E-01	≤5,00E+00
⁶³ Ni	≤5,00E-02	≤5,00E-02	≤5,00E-02	≤5,00E-02	≤1,00E+01
⁹⁰ Sr	≤5,00E-02	≤4,00E-02	≤5,00E-02	≤4,00E-02	≤4,00E+00
⁹⁹ Tc	≤7,00E-02	≤4,00E-01	≤7,00E-02	≤2,00E-01	≤4,00E+00
¹⁵¹ Sm	≤7,00E-02	≤4,00E-01	≤6,00E-02	≤3,00E-01	≤5,00E+00
²⁴¹ Pu	≤2,00E-02	≤2,00E-02	≤2,00E-02	≤2,00E-02	≤1,00E+01
Spectrométrie X					
⁵⁹ Ni	≤4,00E-01	≤1,00E+00	≤2,00E-01	≤2,00E+00	≤1,70E+01

Tableau 10-62

Résultats des analyses radiologiques courantes bimensuelles au point de contrôle GPNE (source de la Sainte-Hélène)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Activités volumiques (Bq/L)						
					⁶⁰ Co	¹⁰⁶ RuRh	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Potassium	
					Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L
GPNE	15/01/2024	≤ 3,3E-02	1,4E-01	1,8E+01	≤ 4,6E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,9E-02	≤ 5,3E-02	2,55	
	01/02/2024	≤ 3,5E-02	1,2E-01	2,0E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,4E-02	2,77	
	14/02/2024	≤ 3,5E-02	1,9E-01	1,8E+01	≤ 5,1E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,8E-02	2,60	
	01/03/2024	≤ 3,3E-02	1,7E-01	2,8E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,0E-02	≤ 4,8E-02	2,45	
	15/03/2024	6,9E-02	1,4E-01	1,8E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,3E-02	2,65	
	01/04/2024	≤ 3,4E-02	1,6E-01	2,9E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,8E-02	≤ 5,0E-02	2,62	
	15/04/2024	≤ 3,4E-02	1,6E-01	1,8E+01	≤ 4,5E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,5E-02	2,68	
	01/05/2024	7,3E-02	2,3E-01	1,6E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,1E-02	2,52	
	15/05/2024	≤ 3,4E-02	2,1E-01	2,2E+01	≤ 5,5E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,6E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,6E-02	2,39	
	01/06/2024	≤ 3,1E-02	1,2E-01	1,8E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,2E-02	2,44	
	15/06/2024	≤ 3,3E-02	2,2E-01	2,8E+01	≤ 5,5E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,9E-02	2,57	
	01/07/2024	8,7E-02	1,2E-01	1,4E+01	≤ 4,5E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,2E-01	≤ 3,8E-02	≤ 4,5E-02	2,61	
	15/07/2024	≤ 4,2E-02	1,7E-01	1,1E+01	≤ 5,0E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,6E-01	≤ 5,2E-02	≤ 5,7E-02	2,64	
	01/08/2024	≤ 3,5E-02	1,9E-01	2,1E+01	≤ 4,8E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,2E-02	≤ 5,2E-02	2,36	
	15/08/2024	≤ 3,4E-02	1,5E-01	2,6E+01	≤ 4,6E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,1E-01	≤ 4,5E-02	≤ 4,3E-02	2,34	
	01/09/2024	≤ 3,6E-02	1,4E-01	2,3E+01	≤ 7,2E-02	≤ 7,9E-01	≤ 1,6E-01	≤ 5,3E-02	≤ 6,4E-02	2,47	
	14/09/2024	6,1E-02	1,6E-01	2,2E+01	≤ 5,3E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,7E-02	2,37	
	01/10/2024	≤ 3,4E-02	1,6E-01	2,3E+01	≤ 4,8E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,2E-02	2,56	
	15/10/2024	≤ 3,3E-02	1,6E-01	1,4E+01	≤ 4,6E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,2E-02	≤ 4,5E-02	2,64	
	01/11/2024	6,2E-02	1,8E-01	1,6E+01	≤ 5,1E-02	≤ 8,6E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,6E-02	2,37	
	15/11/2024	≤ 3,4E-02	8,3E-02	1,9E+01	≤ 5,7E-02	≤ 8,6E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,3E-02	2,57	
	01/12/2024	≤ 3,4E-02	1,1E-01	2,2E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,9E-02	≤ 5,5E-02	2,45	
	15/12/2024	≤ 4,0E-02	1,4E-01	2,3E+01	≤ 5,9E-02	≤ 8,4E-01	≤ 1,6E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,3E-02	2,62	
	01/01/2025	≤ 3,6E-02	1,3E-01	2,5E+01	≤ 5,5E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,8E-02	≤ 5,6E-02	2,63	

Tableau 10-63

Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de la Sainte Hélène en R6 et R6-10

	Paramètres	Unités	R6		R6-10	
	Date de prélèvement		21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	7,7 +/- 0,2	7,5 +/- 0,2	7,4 +/- 0,2	7,4 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	238 +/- 7	222 +/- 7	309 +/- 9	302 +/- 9
	Oxygène dissous	mgO2/L	10,4 +/- 0,1	9,5 +/- 0,1	10,2 +/- 0,1	10,1 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	389 +/- 16	254 +/- 10	377 +/- 15	379 +/- 15
	DBO5	mg/L	<0,500	1,4 +/- 0,07	<0,500	1,3 +/- 0,07
	DCO	mg/L	6,0 +/- 0,7	12,0 +/- 1,0	11,0 +/- 0,9	9,0 +/- 1,1
	COD	mg/L	2,6 +/- 0,23	3,9 +/- 0,35	2,7 +/- 0,24	2,6 +/- 0,23
	Biodégradabilité	-	<12	9	<22	7
	MES	mg/L	10,0 +/- 0,5	3,0 +/- 0,2	22,0 +/- 1,1	6,0 +/- 0,3
	Potassium	mg/L	2,3 +/- 0,12	2,3 +/- 0,12	2,5 +/- 0,13	2,6 +/- 0,13
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	6,5 +/- 0,33	8,6 +/- 0,43	31 +/- 1,6	27 +/- 1,4
	Nitrites	µg/L	3,0 +/- 0,2	52,0 +/- 2,6	12,0 +/- 0,6	21,0 +/- 1,1
	Azote NTK	mg/L	<0,5	0,6 +/- 0,0	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<2,0	2,6 +/- 3,1	<7,5	<6,6
	Phosphates	mg/L	0,038 +/- 0,0019	<0,010	0,096 +/- 0,0048	0,13 +/- 0,007
	Aluminium dissous	µg/L	65 +/- 3,3	32 +/- 1,6	40 +/- 2	28 +/- 1,4
	Baryum dissous	µg/L	26 +/- 1,3	31 +/- 1,6	33 +/- 1,7	35 +/- 1,8
	Bore dissous	µg/L	16 +/- 0,8	18 +/- 0,9	20 +/- 1	21 +/- 1,1
	Cuivre dissous	µg/L	1,6 +/- 0,21	3,9 +/- 0,5	0,9 +/- 0,12	3,5 +/- 0,46
	Fer dissous	µg/L	50 +/- 2,5	110 +/- 6	60 +/- 3	56 +/- 2,8
	Manganèse dissous	µg/L	6,4 +/- 0,32	5 +/- 0,25	9 +/- 0,45	2,1 +/- 0,11
Substances toxiques	Arsenic dissous	µg/L	0,27 +/- 0,03	0,27 +/- 0,03	<0,2	<0,2
	Cadmium dissous	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,37 +/- 0,19	0,34 +/- 0,17	0,33 +/- 0,17	0,31 +/- 0,16
	Etain dissous	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
	Mercure dissous	µg/L	0,022 +/- 0,0011	<0,01	0,023 +/- 0,0012	<0,01
	Nickel dissous	µg/L	1,5 +/- 0,14	1,9 +/- 0,17	1,2 +/- 0,11	1,2 +/- 0,11
	Plomb dissous	µg/L	0,3 +/- 0,2	0,3 +/- 0,2	<0,2	0,2 +/- 0,1
	Uranium dissous	µg/L	0,19 +/- 0,01	0,8 +/- 0,04	0,65 +/- 0,033	0,69 +/- 0,035
	Zinc dissous	µg/L	16 +/- 0,8	28 +/- 1,4	3,9 +/- 1,6	1,7 +/- 0,7
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10

valeurs inférieures aux NQE de l'arrêté modifié du 25/01/2010

valeurs supérieures aux NQE de l'arrêté modifié du 25/01/2010

Tableau 10-64 Résultats des analyses radiologiques des sédiments aux points de contrôle SR3, SR6 et SR6-10

Points de prélèvement	Date de prélèvement	Co 60 Bq/kg sec	Ru-Rh 106 Bq/kg sec	Sb 125 Bq/kg sec	Cs 134 Bq/kg sec	Cs 137 Bq/kg sec	Pu 238 Bq/kg sec	Pu 239/240 Bq/kg sec	Am 241 Bq/kg sec
SR3	06/02/24	≤1,1E+00	≤7,4E+00	≤1,9E+00	≤6,4E-01	≤8,9E-01	≤8,1E-01	≤8,3E-01	≤9,1E-01
	07/05/24	≤1,6E+00	≤1,1E+01	≤2,9E+00	≤1,2E+00	≤1,3E+00	≤5,3E-01	≤5,9E-01	≤8,5E-01
	13/08/24	≤8,7E-01	≤5,8E+00	≤1,6E+00	≤6,1E-01	8,90E-01	≤9,3E-01	≤1,1E+00	≤1,0E+00
	05/11/24	≤9,3E-01	≤6,3E+00	≤1,7E+00	≤6,5E-01	≤8,0E-01	≤6,1E-01	≤7,0E-01	≤1,1E+00
SR6	30/01/24	≤3,1E-01	≤4,6E+00	≤6,3E-01	≤2,2E-01	1,2E+01	≤7,0E-02	2,6E-01	≤4,0E-01
	21/05/24	≤2,0E-01	≤3,0E+00	≤4,5E-01	≤1,4E-01	6,7E+00	≤1,0E-01	1,1E-01	≤2,7E-01
	29/07/24	≤2,8E-01	≤4,2E+00	≤5,8E-01	≤2,0E-01	9,8E+00	≤7,6E-02	≤1,0E-01	≤3,4E-01
	28/10/24	≤3,2E-01	≤4,4E+00	≤6,1E-01	≤1,2E-01	1,1E+01	≤1,2E-01	1,9E-01	≤3,9E-01
SR6-10	06/02/24	≤1,1E+00	≤7,4E+00	≤2,0E+00	≤7,6E-01	2,4E+00	≤1,6E+00	≤1,6E+00	≤1,8E+00
	07/05/24	≤1,2E+00	≤9,0E+00	≤2,4E+00	≤1,3E+00	2,2E+00	≤4,2E-01	≤4,3E-01	≤1,5E+00
	13/08/24	≤9,6E-01	≤7,0E+00	≤1,9E+00	≤1,0E+00	4,2E+00	≤7,1E-01	≤8,0E-01	≤1,2E+00
	05/11/24	≤1,1E+00	≤8,0E+00	≤2,1E+00	≤1,2E+00	2,6E+00	≤5,0E-01	≤5,5E-01	≤4,7E-01

Tableau 10-65

Résultats semestriels des analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux

	Paramètre	Unités	SR1		SR3		SR6	
	Date de prélèvement		21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024	21/02/2024	24/09/2024
Caractérisation du sédiment	Fract<2mm	% MS	NR	75 +/- 15	NR	71 +/- 14	NR	96 +/- 19
	Fract<63µm	% MS	NR	21,3 +/- 4,3	NR	4,1 +/- 0,8	NR	10,4 +/- 2,1
	COT	gC/kg MS	21,3 +/- 4,3	17,5 +/- 3,5	8,9 +/- 1,8	7,9 +/- 1,6	13,1 +/- 2,6	7,7 +/- 1,5
Substances toxiques	Aluminium	mg/kg MS	7300 +/- 1500	6600 +/- 1300	4800 +/- 1000	6300 +/- 1300	5300 +/- 1100	3600 +/- 700
	Arsenic	mg/kg MS	6,3 +/- 1,3	6,2 +/- 1,2	3,5 +/- 0,7	3,6 +/- 0,7	4,2 +/- 0,8	3,4 +/- 0,7
	Baryum	mg/kg MS	48 +/- 10	62 +/- 12	56 +/- 11	68 +/- 14	49 +/- 10	43 +/- 9
	Béryllium	mg/kg MS	0,38 +/- 0,08	≤1,00	≤0,30	≤1,00	0,45 +/- 0,09	≤1,00
	Bore	mg/kg MS	14,4 +/- 2,9	4,1 +/- 0,8	4,9 +/- 1,0	4,1 +/- 0,8	4,0 +/- 0,8	2,8 +/- 0,6
	Cadmium	mg/kg MS	<0,3	0,44 +/- 0,09	<0,3	0,33 +/- 0,07	<0,3	<0,3
	Chrome	mg/kg MS	9,6 +/- 1,9	10,8 +/- 2,2	3,9 +/- 0,8	8,2 +/- 1,6	4,9 +/- 1,0	5,4 +/- 1,1
	Cuivre	mg/kg MS	5,8 +/- 1,2	6,0 +/- 1,2	9,1 +/- 1,8	12,3 +/- 2,5	5,0 +/- 1,0	4,7 +/- 1,0
	Etain	mg/kg MS	0,56 +/- 0,11	<3	6,80 +/- 1,40	4,10 +/- 0,80	0,64 +/- 0,13	<3
	Fer	mg/kg MS	12000 +/- 2400	11400 +/- 2300	5800 +/- 1200	8000 +/- 1600	7900 +/- 1600	6900 +/- 1400
	Manganèse	mg/kg MS	310 +/- 60	430 +/- 90	130 +/- 26	205 +/- 41	223 +/- 45	260 +/- 50
	Mercure	mg/kg MS	0,14 +/- 0,03	0,21 +/- 0,04	0,05 +/- 0,01	0,05 +/- 0,01	0,05 +/- 0,01	0,04 +/- 0,01
	Nickel	mg/kg MS	7,8 +/- 1,6	11,3 +/- 2,3	4,0 +/- 0,8	10,2 +/- 2,0	6,2 +/- 1,2	7,9 +/- 1,6
	Plomb	mg/kg MS	17 +/- 3	17 +/- 3	15 +/- 3	16 +/- 3	10 +/- 2	7 +/- 1
	Uranium	mg/kg MS	0,69 +/- 0,14	0,50 +/- 0,10	0,50 +/- 0,10	0,71 +/- 0,14	0,68 +/- 0,14	0,57 +/- 0,11
	Zinc	mg/kg MS	64 +/- 13	86 +/- 17	50 +/- 10	72 +/- 14	95 +/- 19	99 +/- 20
	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	<50	<50	<50	<50	<50	<50
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	<50	140 +/- 28	<50	<50
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	<50	170 +/- 34	<50	<50
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/kg MS	<50	<50	<50	95 +/- 19	<50	<50
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	<50	60 +/- 12	<50	<50
	HAP Fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	<50	240 +/- 48	<50	<50
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	<50	88 +/- 18	<50	<50
	Somme des HAP(6)	µg/kg MS	<300	<300	<300	790 +/- 160	<300	<300

valeurs inférieures aux seuils de qualité des sédiments définis dans l'arrêté du 9 août 2006

NR : non réalisé car échantillons non tamisables

10.10

Evolution de l'indicateur tritium dans la nappe au droit du Centre depuis 1996

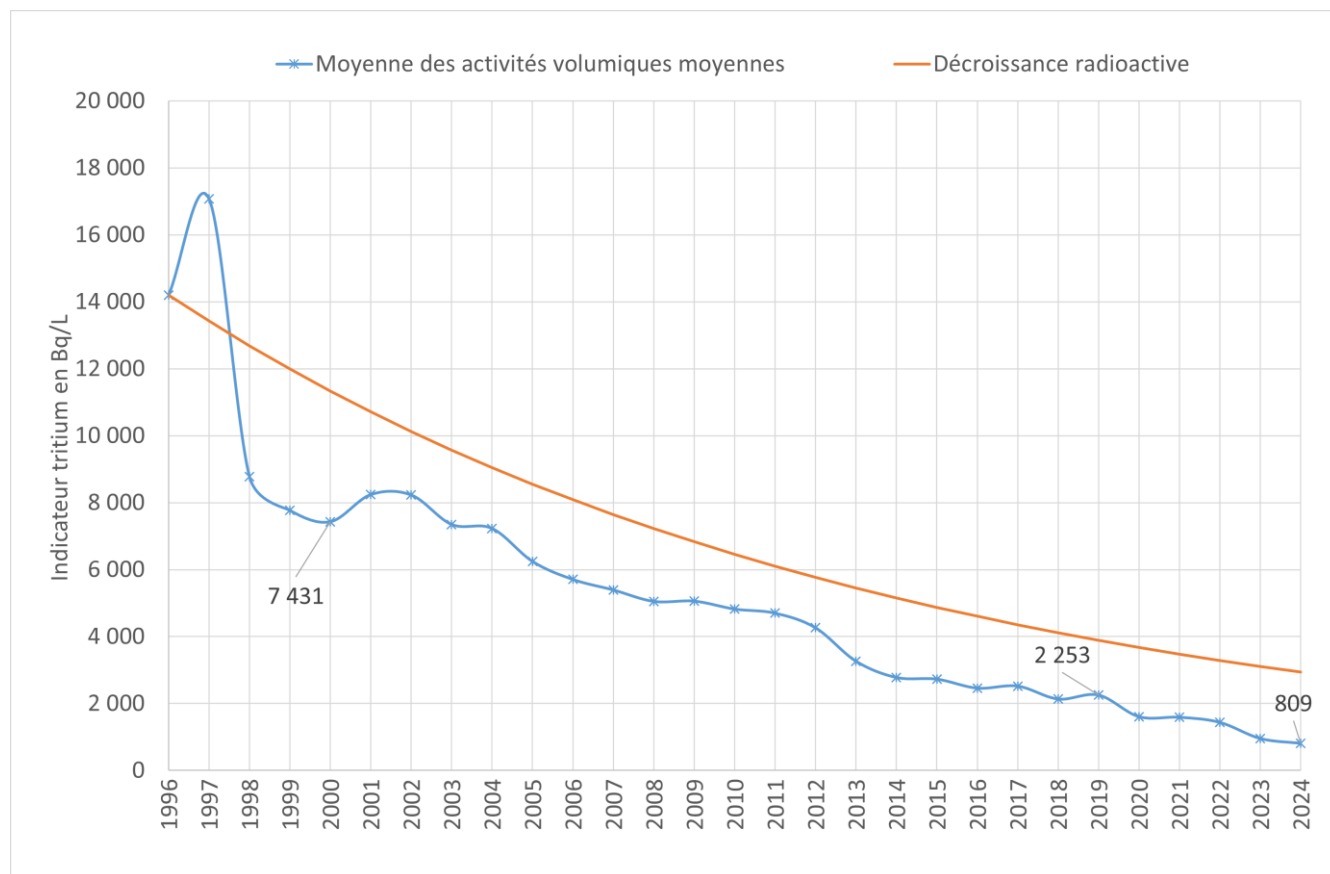


Figure 10-1

Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996

10.11 Méthodologie d'estimation du calcul d'infiltration vers le massif géologique à travers la couverture en exploitant les mesures faites dans la nappe

L'Andra a effectué une estimation du débit de fuite à travers la couverture en se basant sur les mesures effectuées au point de pompage EEV-SE. L'Andra souligne que le calcul réalisé s'appuie sur de nombreuses hypothèses et que les résultats obtenus sont donc à considérer avec prudence, correspondant à une estimation à des fins de comparaisons d'une année sur l'autre.

La méthode de calcul vise à estimer le débit d'infiltration vers le milieu géologique des eaux météoriques, non restituées à l'atmosphère par évapotranspiration et non récupérées par :

- les caniveaux du réseau pluvial (exutoire CMG) ;
- les drains sur et sous membrane du réseau de drainage couverture (exutoire BDS via le point de contrôle RP300) ;
- les drains des radiers des ouvrages de stockage, (exutoire BDS via les cuves des RSGE et RSGEbis, points de contrôle BRS0 et BRS0bis) ;
- les drains dits profonds situés sous le niveau des ouvrages de stockage (exutoire BDS via le point de contrôle RD12).

La finalité est de quantifier à fréquence annuelle la performance d'étanchéité de la couverture en additionnant les volumes d'eau mesurés dans les drains sous membrane, dans les cuves des RSGE, ainsi que l'estimation du volume s'infiltrant dans le massif géologique, en négligeant dans une approche pénalisante et faute de mesure précise, la capacité de récupération du drainage profond. Ce volume d'eau réparti sur les 12 ha de la surface du stockage recouvert par la couverture est ramené au mètre carré de stockage et comparé au critère de performance de 5 L/m² et par an (valeur retenue comme domaine d'exploitation dans les RGE (14).

Principe et hypothèses de calcul

Le calcul permettant d'estimer le débit d'infiltration est basé sur :

- le REX de la surveillance de l'installation et de son environnement qui montre la présence de tritium dans les eaux souterraines, y compris en dehors de la zone influencée par l'incident tritium de 1976 ;
- l'hypothèse faite est que le tritium mesuré dans l'eau souterraine est a priori représentatif de la fraction de tritium potentiellement relâchée annuellement par les ouvrages de stockage. Notons toutefois que cette hypothèse est a priori conservatrice dans la mesure où (i) le REX de la surveillance (notamment en termes d'activité volumique à la source du Grand-Bel) tend à montrer qu'une partie du tritium relâché par le stockage est restée piégée dans la zone non saturée de l'aquifère avant d'être relâchée dans l'aquifère au gré des battements de la nappe) et (ii) que les relâchements de tritium hors du stockage ont a priori diminué depuis la pose de la couverture définitive (par rapport à l'exploitation des ouvrages non protégés des eaux de pluie) ;
- la prise en compte de l'activité tritium à un point de contrôle récupérant des eaux issues notamment du dessous des radiers des ouvrages. Le drainage du bâtiment EEV-SE drainant la partie sud du stockage répond à cet objectif. Il est à noter que cette hypothèse prend aussi en compte les volumes et l'activité tritium pompés au droit de la propriété d'Orano Recyclage La Hague. Elle est donc a priori pénalisante vis-à-vis de la quantité de tritium en regard de la fraction issue du CSM ;
- les différences de propriétés de confinement des radiers des ouvrages (entre ouvrages récents situés au droit des tranches 2 et 3 et ouvrages plus anciens situés au droit de la tranche 1) sont négligées. Cette hypothèse n'est pas pénalisante vis-à-vis des ouvrages de la tranche 3 concernés par le pompage EEV-SE ;
- au droit du stockage, l'activité volumique moyenne tritium des eaux s'infiltrant vers le massif géologique est équivalente à celle des eaux récupérées au point de contrôle BRS0. Cette hypothèse est considérée comme réaliste.

Nota : Il convient, pour estimer annuellement le débit d'infiltration dans le massif géologique, de s'affranchir de l'impact de l'incident tritium de 1976 dans la tranchée bétonnée TB2.

10.12 Erratum bilan 2023

Erratum n° 1 : Les valeurs des évolutions tritium entre 2022 et 2023 du tableau 5-6 en page 139 ne sont pas correctes. Les évolutions, en pourcentage, entre 2022 et 2023 sont :

Piézomètre	Tendance 2022-2023
PO150	-19%
PO151	-40%
PO170	-11%
PO171	-44%
PO172	-7%
PO173	-4%
PO174	-18%
PO179	-12%
PZ326	14%

Erratum n°2 : Dans le paragraphe 6.3 il y a une erreur d'un facteur 10 pour les résultats de l'évaluation d'impact en $\mu\text{Sv/an}$ pour les enfants. Les bonnes valeurs sont celles du tableau 6-8, c'est-à-dire :

En 2023, l'évaluation de l'impact des rejets sur le groupe de référence calculée à partir des données issues de la surveillance sont de 0,11 $\mu\text{Sv/an}$ pour un adulte, 0,17 $\mu\text{Sv/an}$ pour un enfant de 10 ans et de 0,58 $\mu\text{Sv/an}$ pour un enfant d'un an.

Erratum n°3 : Le renvoi du tableau 9-3 (L7/C3) page 211 du bilan 2023 n'est pas bon. Pour trouver les informations sur le protocole d'échange de données il faut se référer au paragraphe 9.7.

Erratum n° 4 : Concentration de manganèse erronée dans les effluents de la CMED (tableau 9-26 page 236), il a été présenté les flux à la place de la concentration. Les valeurs correctes sont :

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Substances indésirables	Manganèse	$\mu\text{g/L}$	2,60 +/- 0,13	3,00 +/- 0,15	0,18

Erratum n°5 : Les résultats complémentaires des mesures gamma sur le filtre du 25/03/2023 ne sont pas dans le tableau 9-62 de la page 277. Les valeurs complètes sont :

Point de prélèvement	Date de prélèvement	⁷ Be	⁴⁰ K	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²¹⁰ Pb
		Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³	Bq/m ³
AS1	25/03/2022	1,3E-02	≤1,1E-03	≤6,3E-05	≤5,4E-05	≤6,0E-05	2,0E-03
AS1	11/10/2023	7,0E-03	≤1,1E-03	≤6,3E-05	≤5,3E-05	≤5,8E-05	2,8E-03
AS1	12/10/2023	6,2E-03	≤1,1E-03	≤6,3E-05	≤5,3E-05	≤6,0E-05	2,1E-03

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1-1	Représentation schématique de la couverture et des différents réseaux de gestion des effluents du CSM	18
Figure 1-2	Schéma de la configuration des réseaux de collecte des effluents du CSM	20
Figure 1-3	Représentation des réseaux de collecte de surfaces (pluviaux et réseau de drainage de la couverture) et réseaux profonds	21
Figure 1-4	Localisation des BRS	22
Figure 1-5	Schéma du cheminement des « effluents à risques »	23
Figure 1-6	Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et exutoires des branches est et ouest du RSGE	24
Figure 2-1	Photographies des piézomètres PO183 et PO182	27
Figure 2-2	Photographies carottage d'investigation	28
Figure 3-1	Localisation des profils de piquets	41
Figure 3-2	Localisation des talus confortés fin 2013 (zones roses)	42
Figure 3-3	Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2024 et la référence (1993 à 1996 hors zones de confortement)	45
Figure 3-4	Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2024 et la référence (1993 à 1996 hors zones de confortement)	46
Figure 3-5	Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2023 et août 2024	47
Figure 3-6	Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2023 et août 2024	48
Figure 3-7	Cible 4414 - Route sommitale sud - Plan des vecteurs déplacements depuis l'origine	49
Figure 3-8	Cibles 2122 et 2221 - Evolution des mouvements altimétriques depuis l'origine	50
Figure 3-9	Zonéographie des déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du tassement 107ouest - Ecart constatés entre le relevé d'août 2024 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en figure 3.3 sans échelle)	51
Figure 3-10	Tassement 107ouest - Localisation des piquets et des cibles	51
Figure 3-11	Tassement du panneau 107W - Profil de piquets est-ouest - Evolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles	52
Figure 3-12	Tassement du panneau 107W - Profil de piquets nord-sud - Evolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles	52
Figure 3-13	Tassement 102 est - Evolution altimétrique de l'ancien piquet n°25 (point d'affaissement le plus important) correspondant au piquet 51 sur le profil actuel	54
Figure 3-14	Tassement 102 est - Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des anciens piquets 24 à 32, actuellement 45 à 52	54
Figure 3-15	Panneau 100-101est Angle nord-est - Localisation du profil de piquets en croix	55
Figure 3-16	Profil Croix P101est - Courbe du suivi des écarts altimétriques - profil principal	56
Figure 3-17	Profil Croix P101est - Courbe de suivi des écarts altimétriques - Profil quadrillé (piquets n°Q3-Q4-24-Q10-Q16 et Q17 ; cf. Figure 3-15 Panneau 100-101est Angle nord-est - Localisation du profil de piquets en croix)	56
Figure 3-18	Talus 115est - suivi altimétrique des piquets	57
Figure 3-19	Talus 117ouest - suivi altimétrique des piquets	58
Figure 3-20	Talus 101/102ouest – suivi altimétrique des piquets	58
Figure 3-21	Talus 109/110est - suivi altimétrique des piquets	58
Figure 3-22	Talus 110/111est - suivi altimétrique des piquets	59
Figure 3-23	Talus nord- suivi altimétrique des piquets	59
Figure 3-24	Talus 112bis (F/G) - suivi altimétrique des piquets	59
Figure 4-1	Localisation des principaux points de surveillance des réseaux du CSM	63

Figure 4-2	Répartition des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG	65
Figure 4-3	Corrélation entre les volumes mesurés au BRS0bis et la pluviométrie associée depuis 2012	68
Figure 4-4	Schéma des rejets des effluents du CSM dans l'environnement	85
Figure 4-5	Évolution des relâchements α G et β G au BDS en fonction de la pluie (2015-2024)	87
Figure 4-6	Évolution des relâchements en tritium en fonction des volumes rejetés au BDS (2015-2024)	87
Figure 4-7	Évolution de la concentration en nickel au point de contrôle BDS (2015-2024)	90
Figure 4-8	Évolution de la concentration mensuelle en tritium au point de contrôle RD12 (2015-2024) et des volumes collectés	95
Figure 4-9	Évolutions des quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRS0 depuis 2015	98
Figure 4-10	Évolutions des concentrations des toxiques prioritaires au point de contrôle BRS0 depuis 2015	99
Figure 4-11	Évolution des quantités relâchées en alpha, bêta et tritium au point BRS0bis depuis 2015	100
Figure 5-1	Localisation de la station de contrôle atmosphérique, pluviomètres et points de prélèvements de végétaux	111
Figure 5-2	Hauteurs moyennes mensuelles sur la période 1994-2024 comparées à la pluviométrie de 2024 (pluviomètre PH1)	112
Figure 5-3	Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site	116
Figure 6-1	Localisation des piézomètres	121
Figure 6-2	Recharge annuelle en PO164 – moyenne mobile sur 10 années	126
Figure 6-3	Précipitations, ETP et recharge en PO164	127
Figure 6-4	Fluctuations piézométriques observées sur PO164 et recharge annuelle calculée	129
Figure 6-5	Carte piézométrique de hautes eaux – sans PZ700 (mars 2024)	130
Figure 6-6	Carte piézométrique de basses eaux – sans PZ700 (septembre 2024)	131
Figure 6-7	Directions d'écoulement de la nappe en hautes eaux (à gauche) et basses eaux (à droite)	132
Figure 6-8	Évolution de la nappe au droit des sondes d'attention	134
Figure 6-9	Evolution de la concentration moyenne annuelle en tritium le long de la colonne d'eau en PO113 depuis 2012	139
Figure 6-10	Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 2015	141
Figure 6-11	Piézo-mètres de la zone 1	142
Figure 6-12	Piézo-mètres de la zone 2	143
Figure 6-13	Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 2	143
Figure 6-14	Évolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres influençant la zone sud-ouest (zone 2) depuis 2015	145
Figure 6-15	Piézo-mètres de la zone 3	146
Figure 6-16	Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 3	146
Figure 6-17	Evolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres à l'est de la zone 3 depuis 2015	148
Figure 6-18	Evolution de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres au nord de la zone 3 depuis 2015	148
Figure 6-19	Evolution de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres extérieurs situés au nord-est du site en comparaison avec les valeurs mesurées dans le ruisseau du Grand-Bel depuis 2015	149
Figure 6-20	Piézo-mètres de la zone 4	150
Figure 6-21	Evolution sur les dix dernières années des moyennes des activités tritium des piézomètres de la zone 4	150
Figure 6-22	Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les principaux piézomètres situés au sud-ouest de la zone 4 le long de la bordure du site	152
Figure 6-23	Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres situés au nord-ouest de la zone 4	153

Figure 6-24	Evolution, depuis 2015, de la concentration volumique du tritium dans les piézomètres situés au nord de la zone 4	154
Figure 7-1	Localisation des points de contrôle des analyses radiologiques de l'eau des ruisseaux	159
Figure 7-2	Evolution de la concentration tritium au point de contrôle R3 depuis 2015	163
Figure 7-3	Évolution annuelle de la moyenne des concentrations tritium par rapport à la valeur théorique calculée à partir de l'année n-1	164
Figure 7-4	Évolution de la concentration moyenne annuelle en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène en R6 et R6-10 depuis 2015	166
Figure 7-5	Evolution de l'estimation de la concentration tritium provenant des eaux souterraines en R6-10 de 2015 à 2024	167
Figure 8-1	Démarche générale du calcul d'impact	173
Figure 8-2	Voies de transfert et d'exposition pour le groupe de population étudiés	174
Figure 10-1	Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996	253

Tableaux

Tableau 2-1	Synthèse des principales modifications initiées ou réalisées en 2024	26
Tableau 2-2	Liste des principaux prestataires du CSM en 2024	32
Tableau 2-3	Synthèse des inspections prestataires du CSM pour 2024	35
Tableau 4-1	Bilan des 10 dernières années des volumes collectés aux deux exutoires du CSM et comparaison à la pluviométrie	63
Tableau 4-2	Répartition, sur les dix dernières années, des volumes des différents réseaux alimentant la CMG et le BDS	64
Tableau 4-3	Comparaison des volumes du RD12 à la pluviométrie sur les dix dernières années	66
Tableau 4-4	Comparaison des volumes du BRS0 et du BRS0bis à la pluviométrie sur les dix dernières années	67
Tableau 4-5	Bilan 2024 des volumes transférés à Orano en provenance du BRS0bis	68
Tableau 4-6	Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries ouest et centrale	71
Tableau 4-7	Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries est et sud	72
Tableau 4-8	Évolution, sur les dix dernières années, des volumes d'eaux recueillis par les drains sous membrane	74
Tableau 4-9	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane présentant des écoulements entre 2015 et 2024	75
Tableau 4-10	Ratio du drainage sous membrane/drainage sur membrane de 2015 à 2024	76
Tableau 4-11	Périodes de SDI et valeurs des coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane	77
Tableau 4-12	Contribution des différents apports aux infiltrations sous-membrane : calcul de performance 2024	79
Tableau 4-13	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle CMG	80
Tableau 4-14	Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2024 à la CMG	81
Tableau 4-15	Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2024 à la CMG83	83
Tableau 4-16	Résultats des mesures de HAP sur les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	84
Tableau 4-17	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BDS	86
Tableau 4-18	Activités des différents réseaux contributeurs du BDS	88
Tableau 4-19	Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2024 au point de rejet BDS	89
Tableau 4-20	Comparaison des teneurs en éléments majeurs entre le BDS et les différents réseaux contributeurs	91
Tableau 4-21	Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2024 au BDS91	91
Tableau 4-22	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique	92

Tableau 4-23	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle RD12	94
Tableau 4-24	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0	97
Tableau 4-25	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0bis	100
Tableau 4-26	Résultats des mesures mensuelles du ¹⁴ C au point de contrôle BRS0bis	101
Tableau 4-27	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-OU	102
Tableau 4-28	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-ES	103
Tableau 4-29	Résultats des mesures des prélèvements ponctuels annuels au BRS002 et au BRS149104	
Tableau 4-30	Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires à la CMG	105
Tableau 4-31	Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires au BDS	105
Tableau 4-32	Comparaison des mesures radiologiques hebdomadaires au BRS-OU	106
Tableau 4-33	Résultats radiologiques complémentaires du BRS-OU du 12/03/24	107
Tableau 4-34	Résultats des mesures de carbone 14 dans le BRS002 et le BRS149	108
Tableau 5-1	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle PH1	113
Tableau 5-2	Résultats des mesures radiologiques des poussières atmosphériques	114
Tableau 5-3	Résultats des mesures de tritium atmosphérique	115
Tableau 5-4	Résultats des mesures de chlore 36 dans la pluie	117
Tableau 6-1	Liste des piézomètres et types de suivis de la surveillance de la nappe phréatique	122
Tableau 6-2	Valeurs seuils et normes de qualité des paramètres mesurés dans les eaux souterraines du CSM (selon arrêté 17 décembre 2008 (25))	123
Tableau 6-3	Présentation de la localisation des zones et des piézomètres associés	124
Tableau 6-4	Suivi des déclenchements des sondes d'attention dans les piézomètres de suivi des eaux souterraines du CSM	135
Tableau 6-5	Résultats du suivi radiologique des piézomètres sur et autour du CSM	136
Tableau 6-6	Hauteur des prélèvements pour la mesure tritium dans la colonne d'eau	137
Tableau 6-7	Comparaison des résultats des concentrations moyennes en tritium le long de la colonne d'eau aux résultats de la surveillance habituelle	138
Tableau 6-8	Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2	144
Tableau 6-9	Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3	147
Tableau 6-10	Valeurs moyennes de la concentration en tritium pour l'année 2024 et évolution de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4	151
Tableau 6-11	Résultats de la détermination des émetteurs alpha dans les 6 piézomètres présentant des indices alpha global supérieur à 0,1 Bq/L	155
Tableau 7-1	Normes de qualité environnementale selon les annexes 3 et 8 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (30)	160
Tableau 7-2	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau des Roteures	161
Tableau 7-3	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau du Grand-Bel	162
Tableau 7-4	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	165
Tableau 8-1	Estimation des émissions « diffuses » du CSM	176
Tableau 8-2	Évaluation des expositions maximales des individus du groupe de référence « Multiactivités » du Hameau Es Clèrges dues aux émissions diffuses en tritium	176
Tableau 8-3	Concentration volumique en radon estimée au Hameau Es Clèrges due aux émissions diffuses en radon	176
Tableau 8-4	Quantités rejetées à l'exutoire des effluents à risques (BDS) en 2024	177
Tableau 8-5	Évaluation des expositions maximales dues aux rejets liquides en mer pour les trois classes d'âge en mSv/an	177
Tableau 8-6	Concentration moyenne annuelle de tritium dans le Grand-Bel au point de contrôle R3177	
Tableau 8-7	Évaluation des expositions dues au marquage du ruisseau du Grand-Bel pour les trois classes d'âge en mSv/an	178

Tableau 8-8	Évaluation des expositions cumulées des individus exposés aux différentes émissions en mSv/an	178
Tableau 10-1	Matrice et points de contrôle associés à la surveillance radiologique et chimique	182
Tableau 10-2	Liste des matériels utilisés pour la réalisation des prélèvements et des mesures in situ	184
Tableau 10-3	Liste des laboratoires participant à la surveillance du CSM	185
Tableau 10-4	Liste des méthodes utilisées pour les mesures radiologiques	187
Tableau 10-5	Liste des méthodes utilisées pour les mesures physico-chimiques	188
Tableau 10-6	Rapports naturels des activités des isotopes de l'uranium	190
Tableau 10-7	Niveaux relatifs aux éléments et composés traces dans les sédiments	191
Tableau 10-8	Nombre de résultats importés sur le site du RNM par type matrice et type d'analyse	193
Tableau 10-9	Résultats des analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	195
Tableau 10-10	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	197
Tableau 10-11	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	198
Tableau 10-12	Suivi mensuel de la qualité chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	199
Tableau 10-13	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	199
Tableau 10-14	Résultats des analyses radiochimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	200
Tableau 10-15	Résultats des analyses physico-chimiques annuelles des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	200
Tableau 10-16	Résultats des analyses radiologiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)	201
Tableau 10-17	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à risques à leur exutoire (BDS)	202
Tableau 10-18	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à risques à leur exutoire (BDS)	203
Tableau 10-19	Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activités aux points de contrôles CMG, BDS, RD12 et RP300 (rejets en continu) ainsi que BRS0 et BRS0bis (rejets concertés)	204
Tableau 10-20	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)	205
Tableau 10-21	Résultats des analyses nickel au BDS	206
Tableau 10-22	Résultats des analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)	206
Tableau 10-23	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)	207
Tableau 10-24	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	208
Tableau 10-25	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	209
Tableau 10-26	Résultats des analyses radiologiques semestrielles des effluents du réseau de drainage profond aux 10 points de contrôle	209
Tableau 10-27	Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	210
Tableau 10-28	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	211
Tableau 10-29	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	212
Tableau 10-30	Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis	213
Tableau 10-31	Résultats des analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRS0bis	214
Tableau 10-32	Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche ouest	215
Tableau 10-33	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie ouest	216
Tableau 10-34	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie centrale	216
Tableau 10-35	Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche est	217

Tableau 10-36	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie est et sud	218
Tableau 10-37	Résultats des analyses radiologiques hebdomadaires des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	219
Tableau 10-38	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	220
Tableau 10-39	Résultats des analyses radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique	221
Tableau 10-40	Résultats des mesures complémentaires gamma sur filtre ayant une valeur bêta global supérieur à 2 mBq/m ³	222
Tableau 10-41	Résultats des analyses de tritium global dans l'air et sous forme de vapeur d'eau (HTO) et gazeuse (HT)	223
Tableau 10-42	Résultats des analyses par spectrométrie gamma des végétaux de la couverture du CSM	224
Tableau 10-43	Résultats des mesures du rayonnement ambiant	225
Tableau 10-44	Résultats des mesures de radon atmosphériques	225
Tableau 10-45	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre	226
Tableau 10-46	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre	230
Tableau 10-47	Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par spectrométrie gamma des eaux souterraines	234
Tableau 10-48	Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par scintillation liquide des eaux souterraines	235
Tableau 10-49	Résultats des mesures tritium pour l'étude de stratification	236
Tableau 10-50	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone sud-est	237
Tableau 10-51	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone sud-ouest	238
Tableau 10-52	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone nord-est	239
Tableau 10-53	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone nord-ouest	240
Tableau 10-54	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures issues d'EVT-7 (EEV-SE) et volume pompé	241
Tableau 10-55	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteurs au point de contrôle R1	242
Tableau 10-56	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteurs au point de contrôle R1-10	243
Tableau 10-57	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux des Roteurs (R1) et des eaux du Grand-Bel (R3)	244
Tableau 10-58	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux du Grand-Bel au point de contrôle R3	245
Tableau 10-59	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6	246
Tableau 10-60	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux à la confluence du Grand-Bel et de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6-10	247
Tableau 10-61	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10	248
Tableau 10-62	Résultats des analyses radiologiques courantes bimensuelles au point de contrôle GPNE (source de la Sainte-Hélène)	249
Tableau 10-63	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de la Sainte Hélène en R6 et R6-10	250
Tableau 10-64	Résultats des analyses radiologiques des sédiments aux points de contrôle SR3, SR6 et SR6-10	251
Tableau 10-65	Résultats semestriels des analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux	252

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Arrêté du 10 janvier 2003 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs à poursuivre les rejets d'effluents gazeux et liquides pour l'exploitation du centre de stockage de déchets de la Manche. Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie; Ministère de l'Écologie et du Développement durable; Ministère de la Santé, de la Famille et des Personnes handicapées (2003). Journal officiel de la République française, N°9, pp.642–7.
- 2 Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (2012). Journal officiel de la République française.
- 3 Arrêté du 9 Août 2013 portant homologation de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire 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. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2013). Journal officiel de la République française, N°0193, pp.14278.
- 4 CSM - Prescriptions techniques du 3 février 2003. Andra (2003). Document N°DGSNR/DS3/0066/2003.
- 5 Demande d'autorisation de passage en phase de surveillance dossier d'enquête publique. Andra. Document N°SURPADCS98003.
- 6 Centre de stockage de la Manche (INB n°66) - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et son environnement année 2023. Andra (2024). Document N°EXPBIACMC240001.
- 7 Décret n°2003-30 du 10 janvier 2003 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) à modifier, pour passage en phase de surveillance, le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (installation nucléaire de base n° 66), situé sur le territoire de la commune de Digulleville (Manche). Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (2003). Journal officiel de la République française, N°9, pp.616–8.
- 8 Centre de stockage de la Manche - Plan réglementaire de surveillance du centre et de son environnement. Andra (2014). Document N°ENVPRACSM980004.
- 9 Demande d'autorisation de rejets dossier d'enquête publique. Andra. Document N°SURPADCS97006.
- 10 Déclaration ou information d'évènement concernant un centre de stockage géré par la DOI. Andra (2019). Document N°QUAPRADCS995034.
- 11 Protocole technique relatif à la gestion des eaux en provenance du CSM et transférées à AREVA La Hague (novembre 2012). Andra (2012). Document N°EXPCNACSM120037.
- 12 Protocole entre le Centre de stockage de la Manche de l'Andra et l'établissement Orano La Hague sur les modalités d'échange de données en matière de surveillance de l'environnement et des conditions de réalisation d'analyses radiologiques en urgence. Andra (2022). Document N°ENVCNADAA170033.
- 13 Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. Association française de normalisation (Afnor), International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC) (13/12/2017), NF EN ISO/IEC 17025.
- 14 Règles générales d'exploitation du Centre de stockage de la Manche (INB N°66). Andra (2024). Document N°QUARGEACSM170039.
- 15 Centre de stockage de la Manche - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2019. Andra (2020). Document N°EXPBIACSM200004.

- 16 CSM - Réflexions relatives au comportement hydraulique des BRS des galeries. Andra (2020). Document N°SURNTACSM200022.
- 17 Centre de stockage de la Manche -Rapport définitif de sûreté - Phase de surveillance. Andra (2009). Document N°SURRPACSM080017_A.
- 18 Centre de stockage de la Manche - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2017. Andra (2018). Document N°EXPBIACSM180001.
- 19 Centre de stockage de la Manche (INB n°66) - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2021. Andra (2022). Document N°EXPBIACMC220001.
- 20 CSM - Rapport de sûreté 2021 - Partie II - Volume IV - Description de l'INB et éléments de retour d'expérience de son fonctionnement. Andra (2022). Document N°SURRPACSM200042.
- 21 Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017 - Rapport de mission 2018. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2018). N°IRSN DG/2018-00006. 354 p.
- 22 Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement. Ministère de l'Écologie et du Développement durable (2006). Journal officiel de la République française. Vol. 15, N°0222.
- 23 Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique (version en vigueur du 15 mars 2023). Ministère de la Santé et des Solidarités (2023). Journal officiel de la République française.
- 24 Décision n°2015-DC-0536 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 22 décembre 2015 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 33 (UP2-400), 38 (STE2 et AT1), 47 (ELAN II B), 80 (HAO), 116 (UP3-A), 117 (UP2-800) et 118 (station de traitement des effluents STE3) exploitées par AREVA NC sur le site de La Hague (département de la Manche). Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2015).
- 25 Arrêté du 17 décembre 2008 modifié établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines (version consolidée du 27 juin 2016). Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (2016). Journal officiel de la République française.
- 26 CSM - Compte-rendu technique des diagnostics des 20 derniers piézomètres intérieurs. Andra (2023). Document N°SRPFCMC230031.
- 27 CSM - Compte-rendu technique des diagnostics des 21 ouvrages extérieurs. Andra (2021). Document N°SRPFCSM210017.
- 28 Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. Eau Seine Normandie; Préfecture de la région d'Ile-de-France (2022). 180 p. Disponible à l'adresse : <https://fr.calameo.com/agence-de-l-eau-seine-normandie/read/004001913e70f7f2c707c>.
- 29 Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2000). Journal officiel des Communautés européennes, N°L327.
- 30 Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (2018). Journal officiel de la République française.
- 31 CSM - Rapport de sûreté 2021 - Partie I - Volume II - Les démarches (sûreté, surveillance et conservation de la mémoire) et les référentiels associés. Andra (2022). Document N°SURRPACSM200042.

- 32 Mise à jour de l'étude d'impact du Centre de stockage de la Manche (INB n°66) - Volume 5 (chapitre 5). Andra (2021). Document N°ENVNTACSM210005.
- 33 Dufour, A., Volatier, J.-L. Enquête sur la consommation alimentaire dans le Nord Cotentin pour la COGEMA - Rapport final. Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) (1998). 89 p.
- 34 Arrêté du 20 février 2019 relatif aux informations et aux recommandations sanitaires à diffuser à la population en vue de prévenir les effets d'une exposition au radon dans les immeubles bâtis. Ministère des Solidarités et de la Santé (2019). Journal officiel de la République française, N°SSAP1900884A.
- 35 Guide méthodologique inter-exploitants relatif à la qualité des prélèvements pour les mesures de radioactivité dans l'environnement. Andra (2011). Document N°ENVNTFEES110046A.
- 36 Guide méthodologique inter exploitants relatif à la qualité des prélèvements d'air pour les mesures de radioactivité dans l'environnement. Andra (2012). Document N°ENVRPFES120006.
- 37 Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau. Association française de normalisation (Afnor), International Organization for Standardization (ISO) (2018), NF EN ISO 5667-3.
- 38 Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Sol - Partie 2 : lignes directrices pour la sélection de la stratégie d'échantillonnage, l'échantillonnage et le prétraitement des échantillons. Association française de normalisation (Afnor), International Organization for Standardization (ISO) (14/03/2018), NF EN ISO 18589-2.
- 39 Arrêté du 24 août 2017 modifiant dans une série d'arrêtés ministériels les dispositions relatives aux rejets de substances dangereuses dans l'eau en provenance des installations classées pour la protection de l'environnement. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (2017). Journal officiel de la République française, N°0234.
- 40 Décision n°2008-DC-0099 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 avril 2008 portant organisation du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement et fixant les modalités d'agrément des laboratoires. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2008).