

<b>Émetteur</b>	<b>Diffusion*</b>
DIGE/CM	Limitée
<b>Date d'origine</b>	
avril 2023	
<b>Nom du FDR</b>	
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 2022

**EXPBIACMC230001**








\* Ce document est la propriété de l'Andra et ne peut être reproduit ou communiqué que suivant la mention indiquée ci-dessus en diffusion  
*Communicable* : document pouvant être diffusé à tout public  
*Limitée* : document pouvant être diffusé à tout le personnel Andra ainsi qu'au public averti  
*Andra* : document pouvant être diffusé au seul personnel Andra  
*Confidentielle* : document dont la diffusion est interdite à d'autres destinataires que ceux indiqués sur le document

Ind.	Date	Rédacteur(s)	Vérificateurs	Approbateur(s)
A	Avril 2023	Cf. pages suivantes	Cf. pages suivantes	J. RECARTE

## Rédacteurs

Chapitre(s) - Paragraphe(s)	Nom	Signature
§1, § 2.7.4, §2.7.6, §4 (hors §4.3.5, §4.3.6), §5 (hors 5.2.2.1 à 5.2.2.4), §9	I. DENIAU	 Signé numériquement par : Isabelle DENIAU
§2.1, §2.2, §2.3, §8	J. RECARTE	 Signé numériquement par : Julien RECARTE
§2.4, §2.5, §2.6, §7	I. GUITTONNEAU	 Signé numériquement par : Isabelle Guittonneau
§2.7 (hors § 2.7.4, §2.7.6)	G.R. RAPAUMBYA	 Signé numériquement par : RAPAUMBYA-GR
§3, §4.3.5, §4.3.6	A. MARCHIOL	 Signé numériquement par : Marchiol Albert
§ 5.2.2.1 à 5.2.2.4	V. SCHNEIDER	 Signé numériquement par : Vincent SCHNEIDER
§6	A. ARDILLIER	 Signé numériquement par : ARDILLIER-A

## Vérificateurs

Chapitre(s) - Paragraphe(s)	Nom	Signature
§1, §2.4, § 2.5, § 2.6, §3, §4, §5.5.3	J. RECARTE	 Signé numériquement par : Julien RECARTE
§ 2.1, §2.2, § 2.3	I. GUITTONNEAU	 Signé numériquement par : Isabelle Guittonneau
§3, §4.3.5, §4.3.6	I. DENIAU	 Signé numériquement par : Isabelle DENIAU
§4.2, §4.3	A. MARCHIOL	 Signé numériquement par : Marchiol Albert
§5, §7	L. MAILLIER	 Signé numériquement par : MAILLIER Lucie
§5, §7	V. TRIAUD	 Signature numérique de TRIAUD-V
§6	E. LECLERC	 Signé numériquement par : Elisabeth LECLERC



**Identification**

EXPBIACMC230001

**Page** 3/298

## Révisions

Ind.	Date	Modifications
A	AVRIL 2023	Création



# Sommaire

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>15</b>
1.1	<i>Objectifs</i>	16
1.2	<i>Les dispositions réglementaires régissant le contenu de ce rapport</i>	17
1.3	<i>Description de la couverture et des réseaux de gestion des effluents</i>	18
<b>2.</b>	<b>Systèmes organisationnel et humain</b>	<b>25</b>
2.1	<i>Faits marquants 2022</i>	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)	29
2.1.3	Autres dossiers 2022 qui n'ont pas nécessité de demande d'autorisation ou de déclaration à l'ASN	29
2.1.4	Autres faits marquants	29
2.2	<i>Perspectives pour 2023 et début 2024</i>	31
2.2.1	Dossiers de demande d'autorisation à l'ASN au titre des articles R. 593-55 à 58 du code de l'environnement	31
2.2.2	Dossiers de déclaration à l'ASN au titre des articles R. 593-59 à 61 du code de l'environnement	31
2.2.3	Dossiers de modification qui ne nécessitent ni demande d'autorisation ni déclaration à l'ASN	32
2.2.4	Autres faits marquants	33
2.3	<i>Anomalies et incidents</i>	33
2.3.1	Généralités	33
2.3.2	EIS du 25 février 2022	33
2.3.3	ESR du 24 juin 2022	33
2.3.4	EIS du 28 juillet 2022	34
2.4	<i>Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire</i>	34
2.4.1	Inspection du 27 avril 2022	34
2.4.2	Inspection du 05 juillet 2022	34
2.4.3	Inspection du 06 décembre 2022	35
2.5	<i>Audits internes</i>	35
2.5.1	Audit de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité	35
2.5.2	Audit interne relatif à la norme NF EN ISO/IEC 17025	35
2.6	<i>Suivi des prestataires</i>	35
2.6.1	Liste des principaux prestataires et cascade de sous-traitance	35
2.6.2	Suivi des prestataires	38
2.7	<i>Maintenance et suivi des installations et ouvrages</i>	41
2.7.1	Nettoyage et entretien du bassin d'orage	41
2.7.2	Entretien de la ventilation	41
2.7.3	Maintenance préventive des réseaux et matériels associés	41
2.7.4	Reprise de maçonnerie des éléments de galerie	42
2.7.5	Étalonnage, vérification de bon fonctionnement des débitmètres et des préleveurs automatiques	42
2.7.6	Systèmes informatiques	42

<b>3.</b>	<b>La surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche</b>	<b>43</b>
3.1	<i>Comportement physique de la couverture</i>	44
3.1.1	Suivi	44
3.1.2	Méthodes d'analyses des mouvements	48
3.1.3	Cibles : tassements et déplacements observés	49
3.1.4	Maintenance et contrôles : inspection visuelle de la couverture	65
3.2	<i>Conclusion sur le comportement physique de la couverture</i>	67
<b>4.</b>	<b>La surveillance des réseaux et des rejets du Centre de stockage de la Manche</b>	<b>69</b>
4.1	<i>Introduction</i>	70
4.2	<i>La pluviométrie</i>	70
4.2.1	Suivi des précipitations	70
4.2.2	Suivi radiologique des eaux de pluie	71
4.2.3	Suivi physico-chimique des eaux de pluie	72
4.2.4	Conclusion	73
4.3	<i>Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau</i>	73
4.3.1	Généralités	73
4.3.2	Bilan des volumes écoulés à la CMG et au BDS : comparaison avec la pluviométrie	74
4.3.3	Bilan des volumes récupérés <i>via</i> les RSGE (BRS0 et BRS0BIS)	77
4.3.4	Suivi des écoulements dans les BRS raccordés au RSGE	79
4.3.5	Suivi des écoulements des BRS parasités par des infiltrations en bordure et raccordés au BRS0BIS	82
4.3.6	Suivi des écoulements dans les chambres de drainage – Comportement hydraulique de la couverture	84
4.3.7	Évaluation de la performance globale de la couverture	90
4.3.8	Conclusion	91
4.4	<i>Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)</i>	92
4.4.1	Généralités	92
4.4.2	Suivi radiologique des eaux pluviales	92
4.4.3	Suivi physico-chimique des eaux pluviales	93
4.4.4	Suivi radiologique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	95
4.4.5	Suivi physico-chimique des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	96
4.4.6	Conclusion	96
4.5	<i>Suivi qualitatif du réseau des « effluents à risques » (BDS)</i>	97
4.5.1	Généralités	97
4.5.2	Suivi radiologique des effluents du BDS	97
4.5.3	Suivi physico-chimique des effluents du BDS	102
4.5.4	Conclusion	105
4.6	<i>Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)</i>	105
4.6.1	Généralités	105
4.6.2	Suivi radiologique au point de contrôle RP300 (CMED)	105
4.6.3	Suivi physico-chimique au point de contrôle RP300 (CMED)	106
4.6.4	Conclusion	106
4.7	<i>Suivi qualitatif du réseau de drainage profond (RD) et l'exutoire RD12</i>	106
4.7.1	Généralités	106
4.7.2	Suivi radiologique des effluents du RD12	107
4.7.3	Contrôles physico-chimiques des effluents du RD12	108
4.7.4	Contrôle radiologique des RD en amont de l'exutoire RD12	108

4.7.5	Conclusion	109
<b>4.8</b>	<b><i>Suivi qualitatif des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)</i></b>	<b>109</b>
4.8.1	Généralités	109
4.8.2	Suivi radiologique des effluents du BRS0 et du BRS0bis	109
4.8.3	Suivi physico-chimique des effluents du BRS0 et du BRS0bis	113
4.8.4	Conclusion	114
<b>4.9</b>	<b><i>Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires</i></b>	<b>115</b>
4.9.1	BRS en galeries ouest et centrale – exutoire BRS-OU	115
4.9.2	BRS en galerie est et sud – exutoire BRS-ES	115
4.9.3	BRS en amont du BRS0bis	116
4.9.4	Conclusion	117
<b>5.</b>	<b>La surveillance de l’environnement du Centre de stockage de la Manche</b>	<b>119</b>
<b>5.1</b>	<b><i>Introduction</i></b>	<b>120</b>
<b>5.2</b>	<b><i>Surveillance des eaux souterraines</i></b>	<b>120</b>
5.2.1	Présentation générale – principe de la surveillance	120
5.2.2	Suivi du niveau piézométrique	124
5.2.3	Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur sud, sud-est (zone 1)	133
5.2.4	Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur sud-ouest (zone 2)	135
5.2.5	Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur nord-est (zone 3)	139
5.2.6	Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur nord-ouest (zone 4)	144
5.2.7	Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur nord (zone 5)	150
5.2.8	Suivi de l’indicateur global du tritium au droit du Centre	152
5.2.9	Conclusion du suivi des eaux souterraines	153
<b>5.3</b>	<b><i>Surveillance des eaux superficielles</i></b>	<b>154</b>
5.3.1	Présentation générale – bassins versants sous l’influence du CSM	154
5.3.2	Surveillance des eaux des Roteures	156
5.3.3	Surveillance des eaux du ruisseau du Grand Bel	157
5.3.4	Surveillance des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	159
5.3.5	Surveillance des sédiments des ruisseaux	163
5.3.6	Conclusion du suivi des ruisseaux	165
<b>5.4</b>	<b><i>Surveillance radiologique atmosphérique</i></b>	<b>165</b>
5.4.1	Présentation générale	165
5.4.2	Contrôles des poussières atmosphériques	167
5.4.3	Mesures du tritium atmosphérique	167
5.4.4	Contrôles des végétaux de la couverture	167
5.4.5	Conclusion	168
<b>5.5</b>	<b><i>Surveillance complémentaire</i></b>	<b>168</b>
5.5.1	Mesure du rayonnement gamma ambiant	168
5.5.2	Mesure des concentrations en radon	169
5.5.3	Contrôles croisés et analyses complémentaires	170
5.5.4	Ventilation des galeries du RSGE	174
<b>6.</b>	<b>Estimation des doses</b>	<b>177</b>
<b>6.1</b>	<b><i>Rayonnement gamma ambiant</i></b>	<b>178</b>

6.2	<b><i>Estimation de l'impact radiologique des rejets</i></b>	<b>178</b>
6.2.1	Impact des rejets en mer	178
6.2.2	Cas du marquage du ruisseau de la Sainte-Hélène	183
6.3	<b><i>Comparaison du suivi volumétrique et radiologique du BRSO aux résultats de la modélisation présentée dans le RDS 2009</i></b>	<b>184</b>
6.3.1	Volumes d'eau collectés par le RSGE et le RSGEbis	185
6.3.2	Relâchements collectés par le RSGE et le RSGEbis	185
6.3.3	Radionucléides recherchés au point BRSO (hors BRSObis)	186
6.3.4	Conclusion de la comparaison entre les valeurs modélisées et les mesures aux points BRSO et BRSObis	187
6.4	<b><i>Synthèse de l'estimation des doses radiologiques reçues par les groupes de référence pour l'année 2022</i></b>	<b>188</b>
<b>7.</b>	<b>Protection du milieu naturel</b>	<b>195</b>
7.1	<b><i>Généralités</i></b>	<b>196</b>
7.2	<b><i>Suivi de la qualité des eaux des ruisseaux</i></b>	<b>196</b>
7.2.1	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)	196
7.2.2	Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Sainte-Hélène	199
7.2.3	Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Le Grand Bel	201
7.2.4	Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Les Roteures	204
7.2.5	Conclusion des états chimique et écologique partiels des ruisseaux	206
7.3	<b><i>Suivi hydrobiologique</i></b>	<b>206</b>
7.4	<b><i>Suivi floristique</i></b>	<b>206</b>
7.4.1	Évolution de la végétation sur la couverture	206
7.4.2	Évolution de la végétation au sein des placettes de suivi	207
7.5	<b><i>Inventaire faunistique</i></b>	<b>207</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>209</b>
<b>9.</b>	<b>Annexes</b>	<b>211</b>
9.1	<b><i>Méthodologie des prélèvements</i></b>	<b>212</b>
9.1.1	Référentiels	212
9.1.2	Stratégie et programme d'échantillonnage	212
9.1.3	Matériels de prélèvements et de mesures in situ	214
9.1.4	Identification, conservation et transport	215
9.2	<b><i>Les laboratoires d'analyses</i></b>	<b>216</b>
9.3	<b><i>La préparation des échantillons</i></b>	<b>216</b>
9.3.1	Prétraitement sur les eaux	216
9.3.2	Prétraitement sur les solides	217
9.4	<b><i>Les techniques des laboratoires</i></b>	<b>217</b>
9.4.1	Méthodes pour les mesures radiologiques	217
9.4.2	Méthodes pour les mesures physico-chimiques	218
9.5	<b><i>Rendu des résultats et interprétation</i></b>	<b>220</b>
9.5.1	Mesures radiologiques	220
9.5.2	Mesures physico-chimiques	220
9.6	<b><i>Protocole d'échange de données</i></b>	<b>222</b>
9.7	<b><i>Bilan des analyses 2022</i></b>	<b>222</b>
9.7.1	Nombre de prélèvements et d'analyses réalisés	222
9.7.2	Intégration des résultats dans le RNM	222
9.8	<b><i>Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2022</i></b>	<b>224</b>



9.8.1	Résultats du point de contrôle PH1	224
9.8.2	Résultats du point de contrôle CMG	226
9.8.3	Résultats du point de contrôle BDS	232
9.8.4	Résultats du point de contrôle RP300	237
9.8.5	Résultats du point de contrôle RD12	239
9.8.6	Résultats du point de contrôle BRS0	242
9.8.7	Résultats du point de contrôle BRS0bis	245
9.8.8	Résultats du point de contrôle BRS-OU	247
9.8.9	Résultats du point de contrôle BRS-ES	249
9.8.10	Résultats des eaux souterraines	251
9.8.11	Résultats des eaux de surface	267
9.8.12	Résultats de la surveillance atmosphérique	278
9.9	<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>	284
9.10	<i>Erratum bilan 2021</i>	285
	<b>Tables des illustrations</b>	<b>287</b>
	<b>Références bibliographiques</b>	<b>295</b>



# 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
BdB	Bâtiment des bassins
BDS	Bac du séparatif
BRS	Bac du réseau séparatif
CIRES	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
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
CT	Contrôle technique
DAR	Dossier de demande d'autorisation de rejets
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCE	Directive cadre sur l'eau

Acronymes

Acronyme	Signification
DCO	Demande chimique en oxygène
DDC	Dérivation drainage couverture
DSM	Dossier synthétique de mémoire
ECS	Évaluation complémentaire de sûreté
ED	Exigence définie
EI	Étude d'impact
EIP	Élément important pour la protection
EIR	Événement intéressant la radioprotection
EIS	Événement intéressant la sûreté
En	Écart normalisé
ESR	Événement significatif impliquant la radioprotection
ETP	Évapotranspiration
ETR	Évapotranspiration réelle
FAP	Fiche d'actions et de progrès
GPD	Groupe permanent déchets
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCT	Hydrocarbures totaux
ICI	Instance de contrôle interne
ICPE	Installations classées protection de l'environnement
INB	Installation nucléaire de base
INES	International Nuclear Event Scale (Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques)
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
ISO	International standard organisation (Organisme international de normalisation)
LAC	Laboratoire Andra du CSA
LQ	Limite de quantification
MA	Moyenne annuelle

Acronymes

Acronyme	Signification
MES	Matière en suspension
NGF	Nivellement Général de la France
NQE	Normes de qualité environnementale
PRS	Plan réglementaire de surveillance
PSEE	Polluants spécifiques de l'état écologique
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
VGE	Valeurs guides environnementales
VpS	Vérification par sondage
ZNS	Zone non saturée



# Introduction

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



## 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 valider la méthode d'évaluation de l'impact retenue pour la démonstration de sûreté en comparant les valeurs obtenues par simulation avec celles mesurées.

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 (3) modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 du 29 septembre 2016 (4), 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 2022, de la surveillance du Centre et de son environnement conformément aux prescriptions techniques notifiées par l'ASN (5).

Le programme de surveillance détaillé dans ce bilan est établi conformément aux exigences réglementaires rappelées au chapitre 1.2 du présent document.

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 (6).

Ce document s'articule de la manière suivante :

Après un rappel des dispositions qui régissent son contenu et une description succincte des réseaux (chapitre 1) qui permettent de gérer les eaux collectées sur le Centre, le chapitre 2 présente une synthèse des principales évolutions du Centre au cours de l'année 2022. On y trouve successivement un rappel des faits marquants de l'année, où sont présentés les travaux effectués sur le Centre, les évolutions réglementaires, les incidents et anomalies survenus au cours de l'année et un bilan du suivi des prestataires intervenant sur le Centre en 2022.

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, ainsi que la surveillance de la pluviométrie. 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.

Les résultats de la surveillance des différents compartiments de l'environnement (eaux souterraines, ruisseaux, végétaux, air) ainsi que celle du rayonnement gamma ambiant sont résumés dans le chapitre 5.



Le chapitre 6 est consacré à l'estimation de l'impact radiologique, résultant des rejets du Centre, sur l'homme et l'environnement.

Enfin, le chapitre 7 détaille les résultats des suivis de la qualité des eaux, de la flore et de la faune du Centre et de son environnement proche.

Les conclusions globales de la surveillance du site et de son environnement sont synthétisées dans le chapitre 8.

La description des méthodes de prélèvement et d'analyses ainsi que l'expression des résultats d'analyses et l'intégralité des résultats des analyses 2022 figurent dans les annexes (cf. chapitre 9). Un erratum concernant le bilan de l'année 2021 (7) 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 (6) modifié par l'article 15 décret n° 2016-846 du 28 juin 2016 (8) précisant que le décret cité ci-avant vaut décret de démantèlement, de l'arrêté définissant les règles de rejets (1) et des prescriptions techniques notifiées par l'ASN (5).

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 (9), ce rapport annuel concerne l'application du PRS du CSM (10) 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 (11) ;
  - ✓ 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 (5), 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'origine naturelle (eau de pluie, érosion, variations climatiques, milieu salin, intrusion animale...) et humaine, une couverture, composée d'une succession de matériaux dont une membrane bitumineuse, 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.

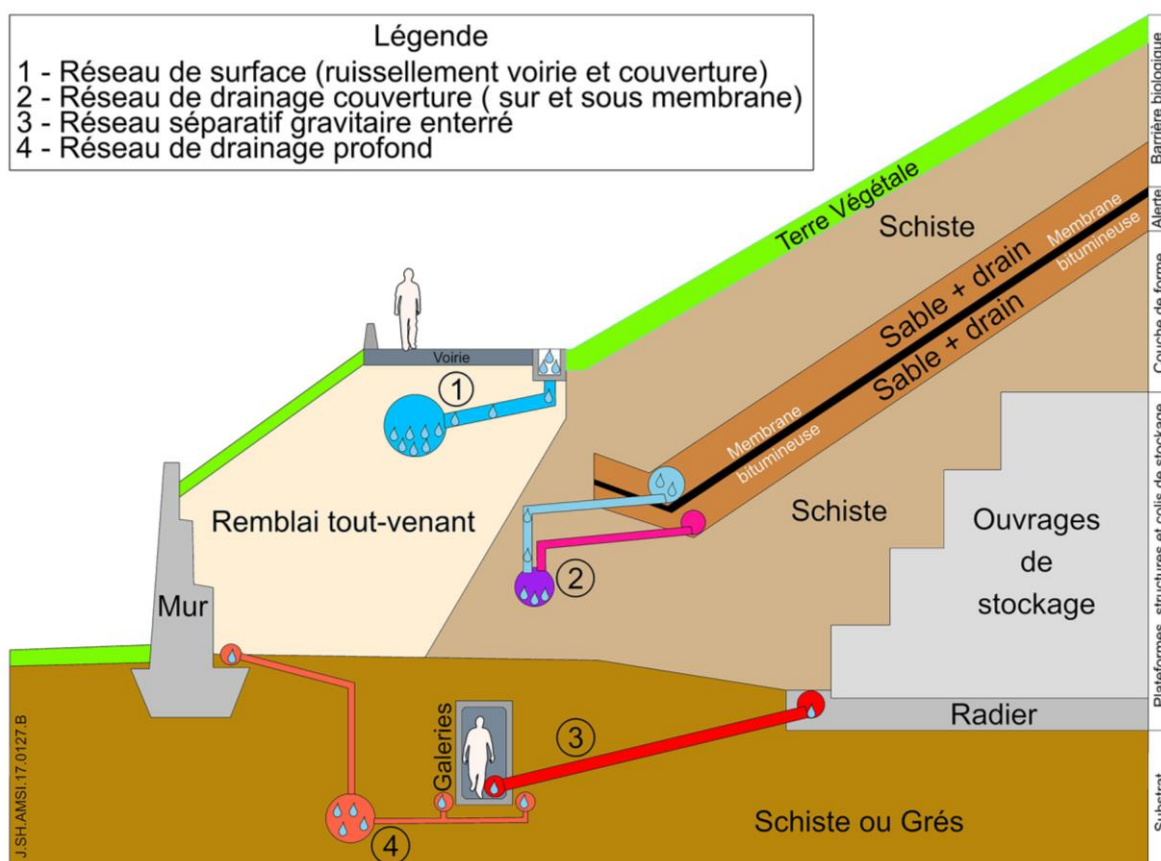


Figure 1-1 Représentation schématique de la couverture et des différents réseaux de gestion des effluents du CSM

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 ;
- 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...).

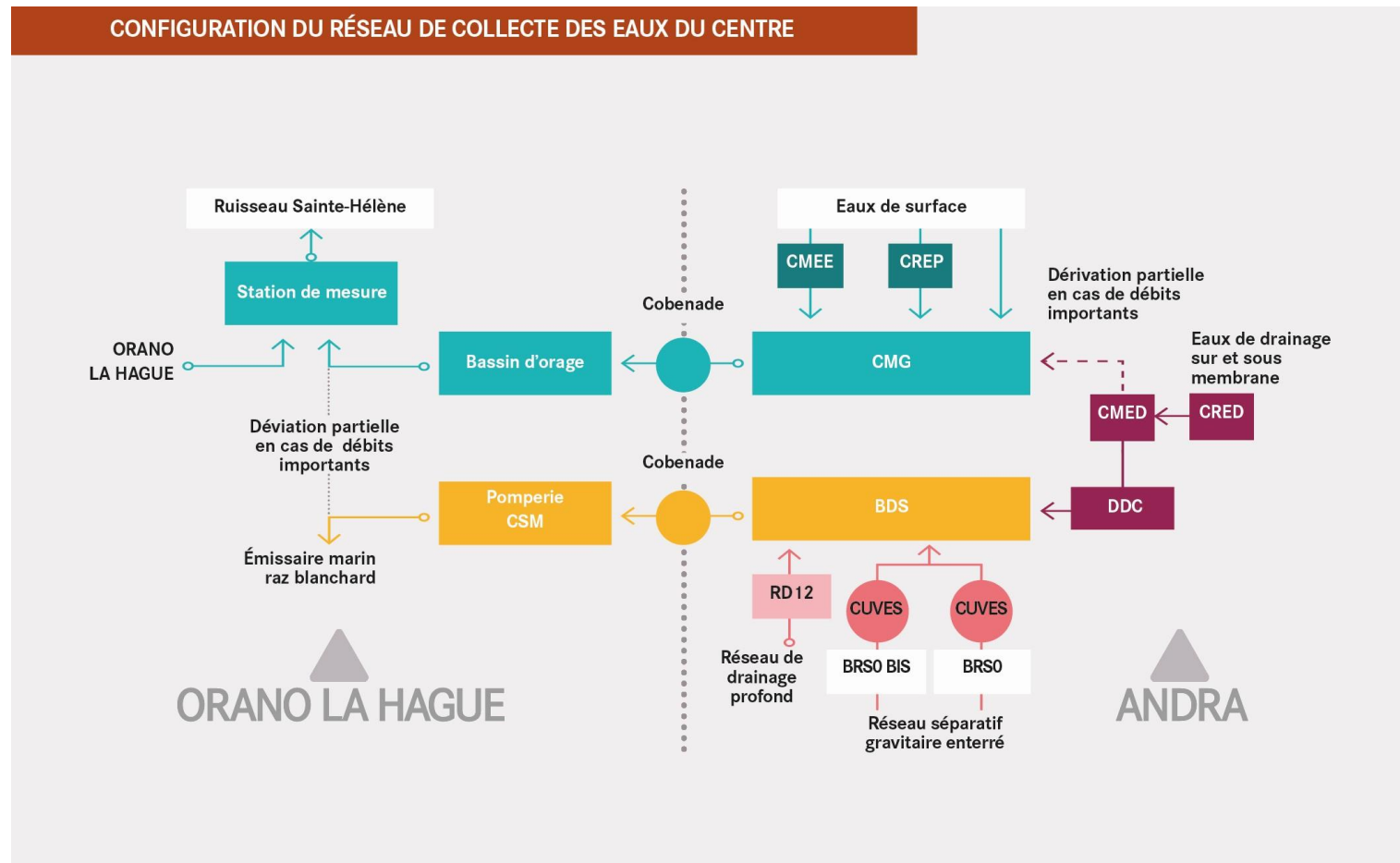


Figure 1-2 Schéma de la configuration des réseaux de collecte des effluents du CSM

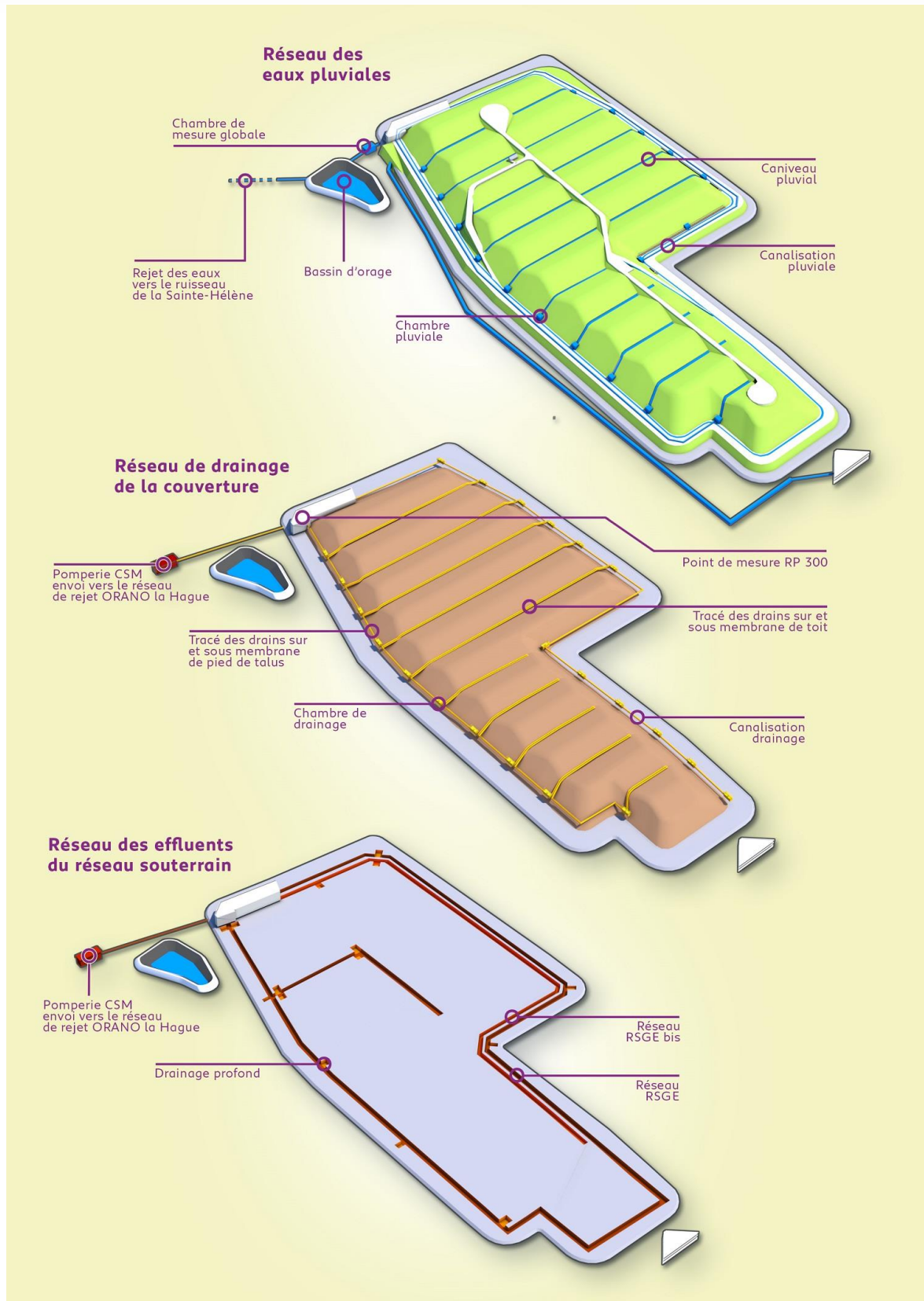


Figure 1-3

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

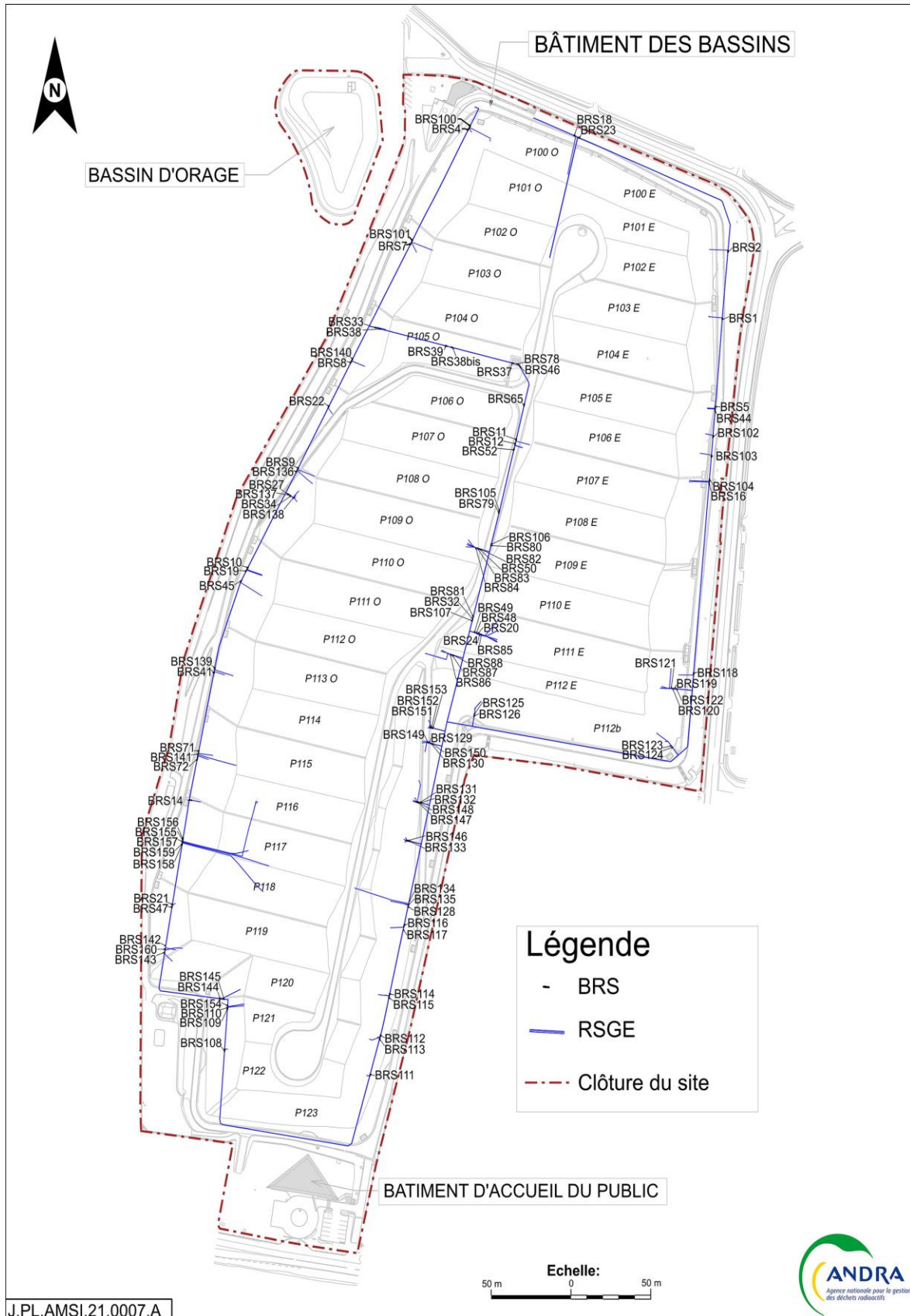


Figure 1-4

Localisation des BRS

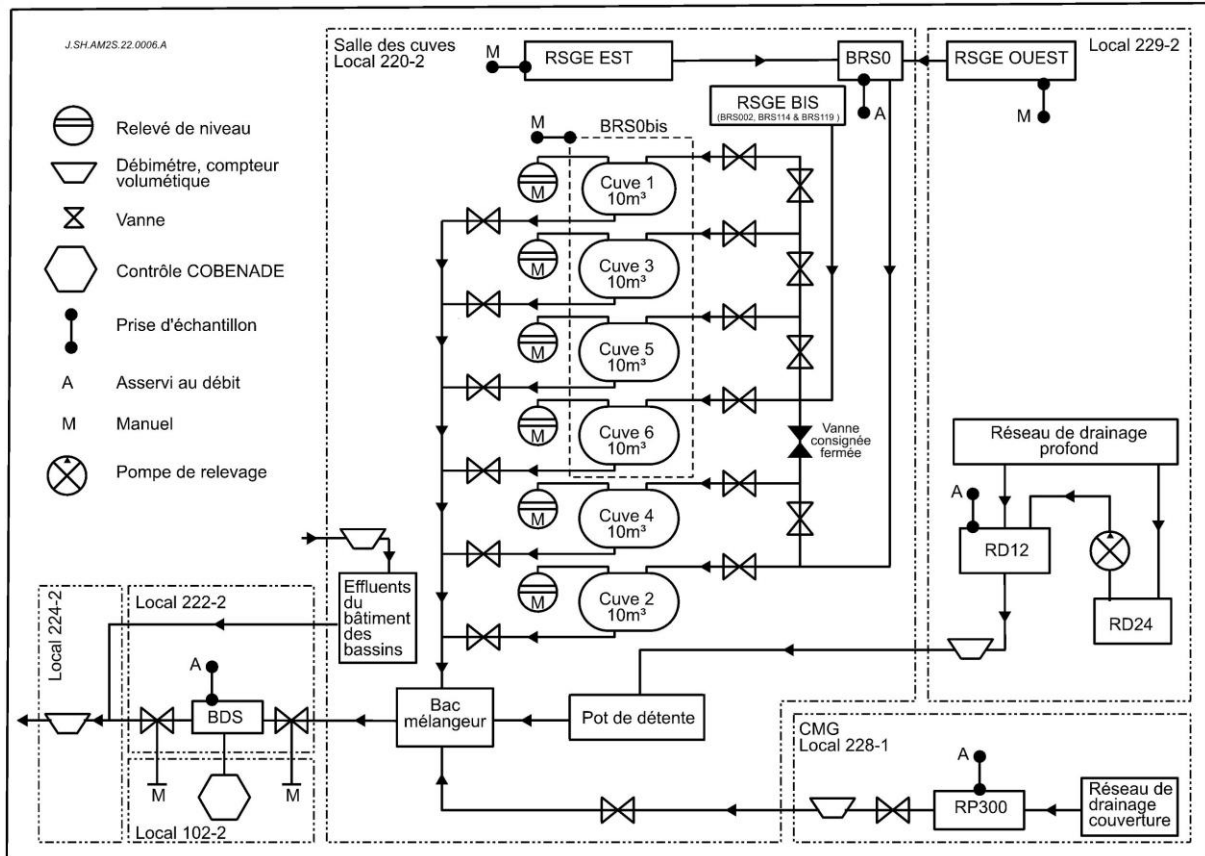


Figure 1-5 Schéma du cheminement des « effluents à risques »

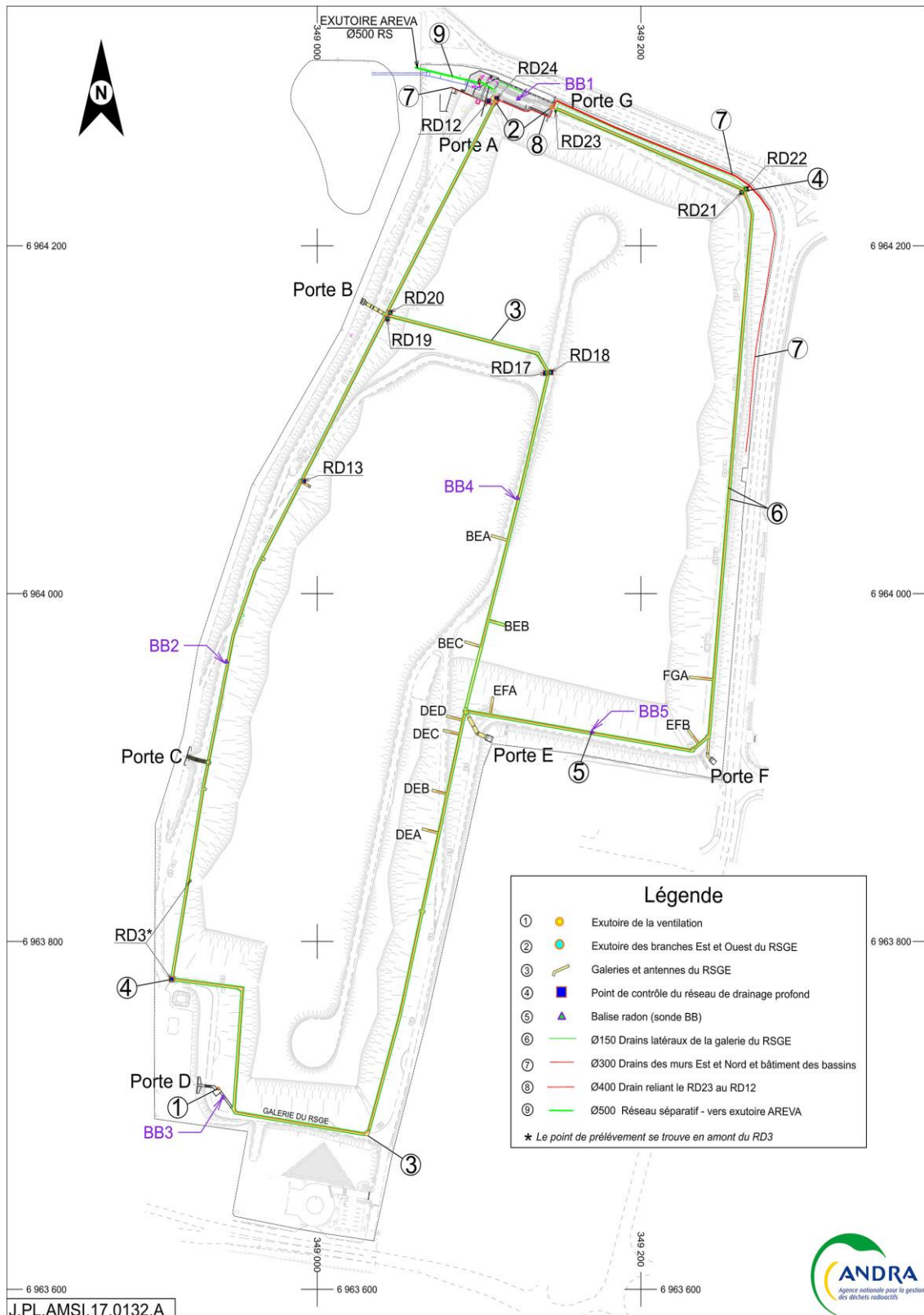


Figure 1-6

Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et exutoires des branches est et ouest du RSGE



# Systemes organisationnel et humain

<b>2.1</b>	<b><i>Faits marquants 2022</i></b>	<b>26</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Perspectives pour 2023 et début 2024</i></b>	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Anomalies et incidents</i></b>	<b>33</b>
<b>2.4</b>	<b><i>Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire</i></b>	<b>34</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Audits internes</i></b>	<b>35</b>
<b>2.6</b>	<b><i>Suivi des prestataires</i></b>	<b>35</b>
<b>2.7</b>	<b><i>Maintenance et suivi des installations et ouvrages</i></b>	<b>41</b>

## 2.1 Faits marquants 2022

### 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)

#### 2.1.1.1 Réexamen de sûreté du CSM

Par courrier référencé DISEF/DIR/19-0058 en date du 8 avril 2019, l'Andra a déposé au Ministère de la transition écologique, ainsi qu'à l'ASN, le rapport de réexamen de sûreté décennal du CSM 2019 (12).

Conformément aux dispositions de l'article L. 593-18 du code de l'environnement, ce rapport de réexamen (appelé également « livrable A ») a pour objectifs principaux de présenter, d'une part, l'examen de la conformité réglementaire et, d'autre part, le travail de réévaluation de la sûreté de l'installation.

Ce rapport de réexamen s'appuie sur un dossier détaillé constitué des trois livrables suivants :

- livrable B : études relatives à l'examen de conformité de l'installation ;
- livrable C : études relatives à la réévaluation de la sûreté de l'installation ;
- livrable D : la mise à jour du plan de Démantèlement Fermeture et Surveillance (DFS).

Le contenu des livrables A, B et C a été défini par l'Andra sur la base du projet de décision de l'ASN relatif au réexamen de sûreté (12).

Le contenu du Livrable D a été établi en conformité avec les articles 37 et 42 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié en vigueur au 31 mars 2019 (13), ce livrable comprend ainsi une version préliminaire du Dossier synthétique de mémoire (DSM) du CSM (14).

Conformément à la décision n° 2013-DC-0386 de l'ASN (15), le rapport portant sur l'évaluation complémentaire de sûreté du CSM (appelé également « livrable complémentaire ECS ») et faisant suite à l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, a également été remis en tant que dossier complémentaire du rapport de réexamen de sûreté du CSM.

Par courrier CODEP-DRC-2020-005758 en date du 31 mars 2020, l'ASN a accusé réception du rapport de réexamen de sûreté 2019 du CSM.

À la demande de l'ASN, l'IRSN a été saisie pour l'instruction de ce rapport de réexamen de sûreté. La réunion de démarrage de l'instruction s'est déroulée le 24 janvier 2020 ; elle réunissait l'Andra, l'IRSN et l'ASN. Dans le cadre de cette instruction, un échange de questions et réponses s'est déroulé entre l'Andra et l'IRSN de mars à septembre 2020.

Pour finaliser l'instruction, l'IRSN a transmis à l'Andra le 21 septembre 2021 le rapport provisoire d'instruction du réexamen de sûreté 2019 du CSM. Ce rapport intègre l'ensemble des conclusions de l'IRSN en lien avec le réexamen 2019 et les échanges ayant eu lieu dans le cadre de l'instruction ; il présente également les « attendus, observations et recommandations » formulés auprès de l'Andra.

Pour donner suite à la transmission de ce rapport provisoire et dans le cadre de la préparation par l'Andra des éléments de réponse en vue de la prise en compte des engagements et observations formulés dans cette note, une réunion préparatoire s'est tenue le 13 octobre 2021 entre l'Andra, l'ASN et l'IRSN.

Le 17 décembre 2021, pour faire suite à la prise en compte du rapport provisoire du rapport de sûreté et en prévision de la tenue du groupe permanent déchets, l'Andra a transmis auprès de l'ASN les courriers :

- DISEF/DIR/21-0106 - Centre de stockage de la Manche (INB N° 66) - Instruction du dossier de réexamen de sûreté 2019 - Engagements de l'Andra ;
- DISEF/DIR/21-0119 - Centre de stockage de la Manche (INB N° 66) - Instruction du réexamen de sûreté - Retour sur les observations formulées dans le rapport d'expertise IRSN en version provisoire.

L'Andra a reçu le 14 janvier 2022 de la part de l'IRSN le rapport final d'instruction du réexamen 2019 du CSM : rapport IRSN N° 2022-00030 par lettre LT/RGP/PSE/2022-00001 ; ce document a servi de support à la réunion du groupe permanent déchets (GPD).

La réunion du GPD s'est déroulée le 01/02/2022 à l'ASN Montrouge ; suite à cette réunion, l'avis du groupe permanent déchets a été transmis à l'Andra le 03 mars 2022 (courrier CODEP - MEA - 2022 - 007059).

Dans le cadre du suivi et traitement des engagements et observations, l'Andra CSM a formalisé dans son courrier DIGE/CM/22-0408 l'état des lieux sur les engagements pris à échéance d'un an dans le cadre de l'instruction du Dossier de réexamen 2019. L'Andra établie, notamment dans ce cadre, un plan de développement des études du CSM pour les 10 années à venir afin de planifier et organiser l'ordonnancement des actions et leur pilotage.

L'Andra est aujourd'hui en attente de l'avis de l'ASN sur l'instruction du réexamen de sûreté du CSM.

#### **Cette modification reste ouverte.**

##### 2.1.1.2 Étude d'Impact (EI) du Centre de stockage de la Manche

La modification de l'étude d'impact s'inscrit d'une part dans le cadre de la demande de l'ASN formulée par courrier du 27 novembre 2017 et d'autre part pour une meilleure cohérence avec l'évolution des référentiels du site. Cette mise à jour documentaire intervient dans un contexte sans modification matérielle de l'installation et sans modification de l'exploitation. De ce fait, la mise à jour de l'étude d'impact n'est pas soumise à une évaluation environnementale.

La mise à jour de l'étude d'impact n'est pas liée à un changement de la nature de l'INB ou un accroissement de sa capacité maximale et les éléments essentiels pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L 593-1 du code de l'environnement, à savoir la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement, ne sont pas modifiés.

Cette mise à jour de l'étude d'impact a pour principaux objectifs d'intégrer des données récentes, une restructuration du document et de tendre vers une meilleure prise en compte de la réglementation en vigueur et notamment aux articles R. 122-5, R. 593-17, R. 593-67, R. 593-75 du code de l'environnement.

En application des articles 1.2.3 et 1.2.10 de la décision ASN (16)], la mise à jour de l'étude d'impact du CSM a été identifiée comme modification notable relevant de la classe 1 ; celle-ci et le dossier support associé ont fait l'objet d'une vérification par l'instance de contrôle interne (ICI) de l'Andra en date du 02/02/2021, qui a formulé un avis favorable en date du 10 février 2021, autorisant la transmission de la présente demande à l'ASN. Cette validation est tracée conformément aux dispositions prévues dans le système de management intégré de l'Agence.

Au titre de l'article R. 593-55 du code de l'environnement et des articles 2.1.1 et 2.1.2 de la décision ASN (16), la demande de modification notable relative à la mise à jour de l'étude d'impact du Centre de stockage de la Manche (17) et un exemplaire de l'étude d'impact de l'INB n°66 (18) ont été transmis à l'ASN par courrier en date du 09 mars 2021. L'instruction n'ayant pu être mise en œuvre sur la période réglementaire, l'Andra a procédé à un second envoi de la modification sur la plate-forme téléservice de l'ASN le 07 juillet 2022 sous l'enregistrement AUT26-CAE-2022-0195.

Le 08 septembre 2022, l'Andra a été informée par courrier CODEP-DRC-2022-043923 de la prorogation du délai d'instruction de 6 mois.

Par courrier CODEP-DRC-2023-014279 du 14 mars 2023, l'ASN a notifié à l'Andra la décision d'autorisation de la modification portant sur la mise à jour de l'étude d'impact, celle-ci est désormais en application.

#### **Cette modification est close.**

##### 2.1.1.3 Rapport de sûreté (RDS) du Centre de stockage de la Manche

En application de l'arrêté du 11 janvier 2016 portant l'homologation de la décision ASN n° 2015-DC-0532(19), l'Andra a adressé à l'ASN, en 2021, la mise à jour de son rapport de sûreté (RDS).

Le RDS est un document faisant partie du référentiel d'une INB et qui s'inscrit dans le cadre de l'article R. 593-18 du code de l'environnement (20). Cette mise à jour fait suite, dans le processus réglementaire défini par l'arrêté du 7 février 2012 (2), au rapport de réexamen de sûreté de l'INB (cf. § 2.1.1.1).

En application des articles 1.2.3 et 1.2.10 de la décision ASN (16), la mise à jour du RDS du CSM a été identifiée comme modification notable relevant de la classe 1 ; celle-ci et le dossier support associé ont fait l'objet d'une vérification par l'instance de contrôle interne (ICI) de l'Andra, saisie en date du 01/06/2021, qui a formulé un avis favorable en date du 17/06/2021, autorisant la transmission de la présente demande à l'ASN. Cette validation est tracée conformément aux dispositions prévues dans le système de management intégré de l'Agence.

L'Andra a transmis le 08 juillet 2021 la demande de modification notable soumise à autorisation au titre des articles L. 593-15 et R. 593-55 du code de l'environnement et de l'article 2.1.1 de la décision ASN (16), relative à la mise à jour du rapport de sûreté par courrier DG/21-0082. Cette demande était accompagnée du dossier de demande de modification SURNTACSM210027 ainsi que des pièces du rapport de sûreté.

Par courrier CODEP-DRC-2022-001151 du 07 janvier 2022 (référence Andra DG-CA-22-0006), l'ASN a accusé réception de la demande d'autorisation avec prorogation du délai d'instruction au 8 janvier 2023.

Par courrier CODEP-DRC-2022-042737 du 07 septembre 2022, l'ASN a notifié à l'Andra la décision d'autorisation de la modification portant sur la mise à jour du rapport de sûreté, Celui-ci est désormais en application.

#### **Cette modification est close.**

##### **2.1.1.4 Mise en place des pôles de compétences en radioprotection du Centre de stockage de la Manche**

Pour répondre aux dispositions du code du travail (R. 4451-113) et du code de l'environnement (R. 593-112), précisées par l'arrêté (21), une organisation dédiée à cette thématique doit être mise en place. Les pôles de compétence en radioprotection ne constituent qu'une partie de l'organisation globale de l'INB mise en place par le chef de Centre et l'exploitant afin de l'exploiter de manière sûre (sécurité, radioprotection des travailleurs, maîtrise des impacts sur l'environnement) et ils s'intègrent à celle-ci pour les missions relevant de son périmètre.

En préalable à la demande d'autorisation associée, une réunion d'échange a eu lieu le 08/10/2021 entre l'ASN et l'Andra afin de partager les contours de la réflexion mise en œuvre par l'Andra.

Conformément à l'article R. 4451-120 du code du travail, le comité social et économique a été consulté sur l'organisation des pôles de compétences mis en place et a formulé un avis favorable. En application des articles 1.2.3 et 1.2.10 de la décision (16), la présente modification notable est identifiée comme relevant de la classe 1 ; celle-ci et le dossier support associé ont fait l'objet d'une vérification par l'Instance de contrôle interne de l'Andra, qui a formulé un avis favorable en date du 30 novembre 2021, autorisant la transmission de la présente demande à l'Autorité de sûreté nucléaire et est tracée conformément aux dispositions prévues dans le système de management intégré de l'Agence.

Au titre de l'article R. 593-55 du code de l'environnement, des articles 2.1.1 et 2.1.2 de la décision (16) et de l'article 16 de l'arrêté (21), l'Andra a transmis le 17 décembre 2021 à l'ASN la demande de modification notable soumise à autorisation, relative à la création des pôles de compétences en radioprotection du CSM (INB n° 66), enregistrée sous la référence AUT26-CAE-2021-0368 (référence Andra DIGE/CM/21-0071).

Par courrier CODEP-CAE-2021-060029 du 17 décembre 2021, l'ASN a accusé réception de la demande d'autorisation de l'Andra.

Une réunion d'échange en lien avec l'instruction de la demande d'autorisation s'est tenue entre l'Andra et l'ASN Caen le 09 juin 2022 et ce en préparation de l'inspection à venir sur la thématique.

Par courrier CODEP-CAE-2022-029680 du 10 juin 2022, l'ASN Caen a informé l'Andra CSM d'une prorogation de délai d'instruction au 17 décembre 2022.

Dans le cadre de l'instruction de la demande de modification, l'ASN Caen a procédé à une inspection le 05 juillet 2022 (cf. détail des échanges au § 2.4.2). En complément du traitement des échanges faisant suite à cette inspection, des demandes de complément ont été formalisées par l'ASN Caen par mail fin novembre 2022 (cf. demande DIGE/CM-CA-22-0310 et réponse DIGE/CM/22-0383).

Consécutivement au processus d'instruction et en application de l'arrêté (21), l'Andra CSM a renouvelé une demande d'avis auprès du CSE de l'Andra sur la modification, l'avis favorable a été reçu suite à la réunion du 24/11/2022 (avis CSE/22-0037).

Par courrier CODEP-CAE-2022-060191 du 15 décembre 2022, l'ASN Caen a notifié auprès de l'Andra CSM la décision autorisant la modification des règles générales d'exploitation et l'approbation des pôles de compétence en radioprotection.

Enfin, la mise en application effective des règles générales d'exploitation du CSM, intégrant les modifications d'organisation relatives à la mise en place des pôles de compétences en radioprotection, a été formalisée par courrier DIGE/CM/23-0091 du 22 mars 2023.

**Cette modification est close.**

#### **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 2022.

#### **2.1.3 Autres dossiers 2022 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.

#### **2.1.4 Autres faits marquants**

##### **2.1.4.1 Étude de design des mégatuiles**

Dans le cadre des évolutions possibles de la couverture envisagées par l'Andra, une solution novatrice a été étudiée en 2021-2022. Cette solution consiste en la mise en œuvre des tuiles de grandes dimensions sur les talus de la couverture, afin d'étendre l'imperméabilisation des talus jusqu'en bas, et recouvrir les différents réseaux de collecte des eaux du CSM et ainsi d'éviter les phénomènes de parasitage.

Cette étude a pris en compte les contraintes du CSM (stabilité en pente, séisme, vent, accessibilité...) et a abouti à la création de tuiles prototype pour essais en usine, et à la mise en œuvre d'un démonstrateur d'une superficie d'une centaine de mètres carrés sur la zone industrielle de Digulleville en décembre 2022. Ce démonstrateur a vocation à rester en place sur plusieurs années afin d'y mener des essais de qualification.



Figure 2-1 Étude du design des mégatuiles - Mise en œuvre d'un démonstrateur (12/2022)

#### 2.1.4.2 Diagnostic de l'état des piézomètres

Dans le cadre de la réalisation du plan d'actions défini en août 2017 suite à la réalisation du bilan de conformité à l'arrêté du 11 septembre 2003 (22), le diagnostic de chaque piézomètre est toujours en cours de réalisation. Pour rappel, ce diagnostic consiste notamment à inspecter par caméra l'état des tubages, faire un état de conformité des têtes des piézomètres, réaliser un recollement des données avec les dossiers de suivi des piézomètres.

Les premières investigations se sont déroulées en mars/avril 2021 pour les piézomètres situés à l'extérieur du CSM, au nombre de 21 (23). En juillet 2022, les investigations se sont poursuivies pour 19 piézomètres situés à l'intérieur du périmètre de propriété du CSM (24). Les dernières investigations sont prévues en avril 2023.

À l'issue du diagnostic de ces 19 piézomètres, une campagne de nettoyage (pour 4 piézomètres) et d'aménagement de ces équipements (pour 10 piézomètres) est à prévoir. Toutefois, aucun équipement n'est prévu d'être remplacé.

Dans ce même temps, les plans de maintenance et d'entretien ont été finalisés au second semestre de l'année 2022.

Enfin, la régularisation des dossiers de déclaration des piézomètres extérieurs a été déposée en mars 2023.

Les travaux de réparation et de fermeture de piézomètres envisagés dans la campagne d'entretien et dans le plan de maintenance feront chacun l'objet d'un dossier de modification afin de statuer sur le classement notable ou non notable de la modification apportée par ces travaux et de la nécessité de demander l'autorisation ou de faire une déclaration à l'ASN.

#### 2.1.4.3 Évolution des performances analytiques du laboratoire d'analyses physico-chimiques

Le laboratoire Aspect, en charge des analyses physico-chimiques sur les effluents du site et les échantillons de l'environnement, a fait évoluer les performances analytiques de certains éléments chimiques recherchés dans le cadre de la surveillance du CSM. En effet, la limite de quantification (plus

petite concentration mesurable) a été diminuée dans la matrice eau douce (eau de nappe et eau de surface) pour les éléments précisés dans le tableau 2-1.

Tableau 2-1 Évolution des LQ du Cd, du Cr et de l'U dans les eaux douces

Paramètres	Unités	LQ jusqu'à 2021	LQ à partir de 2022
Cadmium	µg/L	0,5	0,02
Chrome	µg/L	1	0,1
Uranium	µg/L	4	0,1

## 2.2 Perspectives pour 2023 et début 2024

### 2.2.1 Dossiers de demande d'autorisation à l'ASN au titre des articles R. 593-55 à 58 du code de l'environnement

#### Modification des référentiels d'exploitation du CSM (RGE, PUI et PRS)

Considérant la fin de l'instruction du réexamen de sûreté du CSM et la diffusion par l'Andra des engagements pris à ce titre (cf. § 2.1.1.1), ainsi que l'autorisation de mise à jour du RDS et de l'EI du CSM (cf. § 2.1.1.3 et 2.1.1.2), il est nécessaire d'engager une révision des référentiels en objet du présent paragraphe. Cette modification a pour objectif de mettre en cohérence leur contenu avec les choix et orientations retenus dans le cadre du réexamen de sûreté et de son instruction, de la déclinaison de la démonstration de sûreté du CSM au sein de la mise à jour du RDS (notamment en regard de l'évolution de la liste des EIP-AIP-ED, des domaines de fonctionnement de l'installation et de l'étude de dimensionnement du PUI) ainsi que des évolutions apportées par la mise à jour de l'étude d'impact.

La mise en œuvre effective de cette révision des référentiels du CSM a été engagée sur le second semestre de l'année 2021 mais reste aujourd'hui en cours et a pour objectif une transmission à l'été 2023. Ce report est lié à une charge de travail importante des chargés d'affaires sur 2022 et des décalages associés à la fin d'instruction du réexamen et la mise à jour du RDS et EI du CSM.

Cette modification est à ce stade identifiée comme notable soumise à autorisation, puisque celle-ci affectera, au-delà de ce qui a pu être autorisé dans le cadre de la mise à jour du RDS du CSM, la définition de certains domaines de fonctionnement, EIP-AIP, fonctionnement en situation dégradée, incidentel ou accidentel.

**Cette modification est en cours.**

### 2.2.2 Dossiers de déclaration à l'ASN au titre des articles R. 593-59 à 61 du code de l'environnement

#### Mise à jour de la liste des EIP-AIP du CSM à l'indice D

L'objectif du travail de refonte de la liste des EIP-AIP du CSM à l'indice D vise à prendre en compte :

- Les remarques de l'ASN Caen, formalisées lors d'inspections dont :
  - ✓ définir des exigences définies (ED) plus opérationnelles (c'est-à-dire des performances quantifiables et mesurables) que les inspecteurs seront à même de vérifier ;
  - ✓ préciser pour chaque AIP comment sont faits les contrôles techniques (CT) et les vérifications par sondage (VpS) ;
  - ✓ préciser les éléments de qualification des EIP et définir le système de gestion des pièces détachées nécessaires au fonctionnement de chaque EIP.
- Les engagements pris par l'Andra dans le cadre de la préparation réexamen de sûreté de 2019 ;

- Des éléments de réflexion suite aux questions posées par l'IRSN dans le cadre de l'instruction du dossier de réexamen ;
- Les évolutions réglementaires, dont notamment les décisions 2017-DC-0616 (16) et 2015-DC-0532 (19).

Enfin, la mise à jour de la liste des EIP-AIP à l'indice D vise à assurer la cohérence avec les choix et éléments présentés et pris dans le cadre de la révision du RDS du CSM (Vol. VII).

La mise à jour de la liste à l'indice D est réalisée ; la modification reste cependant à soumettre à validation de l'ICI de l'Andra pour sa mise en application, l'objectif est décalé à S1 2023. A noter que cette révision de la liste des EIP-AIP induira également une mise à jour des RGE du CSM pour intégrer les évolutions associées.

**Cette modification est en cours.**

### 2.2.3 Dossiers de modification qui ne nécessitent ni demande d'autorisation ni 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.

Tableau 2-2 Synthèse des modifications non notables prévues en 2023-2024

Intitulé de la modification	EIP	Classification de la modification	Objectif de réalisation
Mise en place d'une pompe de relevage du bassin 70 m <sup>3</sup> vers BDS	-	Non notable	T1 2023
Mise en place d'augets basculeurs sur 4 BRS	EIP N°2	Non-notable	T1 2023
Remplacement des portes de la galerie du RSGE	EIP N°3	Non-notable	S1 2023
Amélioration de la protection physique du site (vidéosurveillance)	-	Non-notable	S1 2023
Travaux de sécurisation de l'accès des CD et cheminée de ventilation des galeries	-	Non-notable	S1 2023
Travaux d'aménagement - création d'un nouveau bâtiment	-	Non notable	Mi 2023
Amélioration de l'isolement électrique dans les galeries du RSGE	-	A statuer	A statuer
Evolution du SICM (remontées d'information)	-	A statuer	A statuer
Jouvence branche est du RSGE	-	A statuer	A statuer
Changement approvisionnement membrane bitumineuse	EIP n°1	A statuer	A statuer



## 2.2.4 Autres faits marquants

Sans objet à ce stade.

## 2.3 Anomalies et incidents

### 2.3.1 Généralités

Les anomalies et incidents survenus sur le site du CSM donnent lieu à une déclaration (ou information) auprès de l'ASN (25). Ces déclarations sont classées selon les critères de l'échelle INES en fonction de leur gravité.

Au cours de l'année 2022, trois événements soumis à déclaration ont été constatés. Ces événements ont été classés au niveau zéro de l'échelle INES, c'est-à-dire sans impact sur la population et l'environnement et sans conséquence sur la sûreté.

### 2.3.2 EIS du 25 février 2022

Le premier événement, déclaré le 25 février 2022, concerne un événement intéressant la sûreté (EIS) en lien avec la non-réalisation de l'exercice PUI sur l'année 2021. Dans le cadre de l'organisation de l'exercice annuel 2021 pour le CSM, la date initialement retenue avait été fixée au 09 décembre sur la thématique intrusion avec intervention de la gendarmerie. Cependant, une visite du site par un groupe de 60 collégiens, qui n'avait pas été identifiée préalablement, était prévue ce même jour. Afin d'éviter tout risque de panique au sein du groupe et considérant que la visite, mutualisée avec d'autres installations du Cotentin n'était pas simplement annulable, l'Andra CSM a pris la décision de ne pas mettre en œuvre l'exercice et de le reporter à une date ultérieure.

L'exercice annuel 2021 a pu être reporté en début d'année 2022 et effectivement mis en œuvre le 04/02/2022, cette situation est évaluée comme sans conséquence pour la sûreté et plus généralement sur la gestion des situations d'urgence. L'ensemble des actions et l'analyse des causes sont traitées dans la fiche d'action et de progrès (FAP) qui a été ouverte.

### 2.3.3 ESR du 24 juin 2022

Le 2 juin 2022, l'Andra CSM a informé l'ASN d'un dépassement de fréquence de vérification de l'étalonnage des dosimètres opérationnels utilisés sur le CSM et réalisée par le Centre de stockage de l'Aube, du fait d'une mauvaise interprétation, commune aux deux centres, de l'arrêté du 12 novembre 2021.

L'analyse immédiate du parc d'équipements utilisés par les agents Andra, localisés au CSA (INB n° 149), au CSM (INB n° 66), au Cires (ICPE) et au siège de l'Andra (à Chatenay-Malabry), a identifié des dosimètres opérationnels comme ayant une date de vérification dépassée, en regard de la nouvelle périodicité associée aux vérifications d'étalonnage (périodicité maximale de 1 an). Les vérifications d'étalonnage de ces équipements ont toutes été réalisées depuis. À noter qu'à ce jour, aucun dosimètre opérationnel n'a fait l'objet d'une non-conformité détectée à la suite d'une vérification d'étalonnage.

Cette situation relevant d'une non-conformité réglementaire et ne remettant en cause ni la fiabilité et la maîtrise des activités de surveillance radiologique, ni le respect du référentiel des installations, jugés satisfaisants en l'état jusqu'au 31 décembre 2021, l'Andra CSM avait proposé de classer cette situation comme un Évènement intéressant la radioprotection (EIR).

À la demande de l'ASN, l'Andra a reclassé cette situation en Évènement significatif pour la radioprotection (ESR) au niveau 0 de l'échelle INES.

L'analyse des causes et des conséquences de cette situation est traitée, conformément à nos procédures, dans une fiche d'action et de progrès (FAP) et précisée dans le compte-rendu d'évènement significatif associé.

### 2.3.4 EIS du 28 juillet 2022

Le 21 juillet 2022 en fin de matinée, le système informatisé de centralisation des mesures (SICM) a remonté une série d'alarmes au poste de garde (de manière non exhaustive sur les balises radon BB, la pompe du RD12, l'arrêt de ventilation des galeries, etc.). Conformément aux dispositions applicables, un appel a été réalisé par le poste de garde auprès du personnel présent au bâtiment des bassins et/ou en galeries du RSGE pour s'assurer de leur évacuation de la zone et leur demander de se regrouper au local 104.1. Il est cependant apparu que l'éclairage des galeries était resté fonctionnel malgré la coupure de la ventilation.

Cette situation relative à la non-extinction de l'éclairage des galeries n'est pas conforme aux prescriptions du manuel sécurité/radioprotection et des règles générales d'exploitation du CSM (26).

Dans la situation rencontrée, le personnel présent en galerie a bien évacué, mais l'évacuation fait suite à la transmission de l'information par le poste de garde, lors de la remontée de l'alarme indiquant un arrêt de ventilation en galerie. Cette situation est sans conséquence sur la radioprotection du personnel et par ailleurs, les contrôles en sortie de zone n'ont pas fait état d'une contamination.

L'analyse des causes et des conséquences de cette situation est traitée, conformément à nos procédures, dans une fiche d'action et de progrès (FAP)

## 2.4 Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire

### 2.4.1 Inspection du 27 avril 2022

Dans le cadre de ses attributions concernant le contrôle des installations nucléaires de base, les représentants de l'ASN ont mené une inspection le 27 avril 2022 au CSM sur les thèmes « visite générale » et « surveillance des intervenants extérieurs ».

À la suite de cet examen, l'organisation mise en place par l'Andra CSM pour la surveillance du centre et de son environnement et celle des intervenants extérieurs est satisfaisante. L'ASN n'a détecté aucun écart pour la surveillance réglementaire du Centre et de son environnement et a remarqué les dispositions mises en place pour la surveillance des prestataires depuis la dernière inspection réalisée en 2019 sur la même thématique. Toutefois, l'ASN demande de prendre en compte les observations et notamment la manière ponctuelle de notification des dispositions de l'arrêté INB (2) et le caractère exhaustif du programme annuel de surveillance 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 04 juillet 2022.

### 2.4.2 Inspection du 05 juillet 2022

Dans le cadre de la demande d'approbation de la mise en œuvre de deux pôles de compétences en radioprotection en application des articles R. 593-112 du code de l'environnement et de l'article R. 1333-18 du code de la santé publique d'une part et de l'article R. 4451-123 du code du travail d'autre part, l'ASN a mené une inspection le 05 juillet 2022 au CSM. Cette inspection avait pour objectif d'examiner l'organisation mise en œuvre et de vérifier sa conformité.

Après cet examen, il en ressort que l'organisation définie et mise en œuvre est adaptée. Toutefois, l'ASN demande de prendre en compte les observations afin de consolider les procédures et notes du référentiel documentaire et améliorer la déclinaison opérationnelle de cette organisation.

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 10 octobre 2022.

À la suite de la lettre de réponse, l'ASN a émis la décision n° CODEP-CAE-2022-060191 du 15 décembre 2022 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) à modifier de manière notable les modalités d'exploitation relatives à l'organisation des pôles de compétences en radioprotection du CSM.

### **2.4.3 Inspection du 06 décembre 2022**

Enfin, l'ASN a réalisé une inspection inopinée le 6 décembre 2022 sur le CSM qui concernait l'examen par sondage des dispositions opérationnelles prévues pour la gestion de crise.

À l'issue de l'examen, il ressort que l'organisation définie et mise en œuvre par le CSM est perfectible. L'ASN relève qu'il convient d'améliorer l'appropriation effective des conduites à tenir par les équipes et demande que l'Andra CSM veille à respecter rigoureusement les dispositions prévues au PUI, en matière de disponibilité des équipements ou de mise à jour de la valise d'astreinte.

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 20 février 2023.

## **2.5 Audits internes**

### **2.5.1 Audit de certification des systèmes de management qualité, environnement et santé sécurité**

L'Andra a réalisé l'audit de suivi de certification aux normes ISO 9001, ISO 14001 versions 2015 et ISO 45001 version 2018, en octobre 2022. Le périmètre de l'audit n'intégrait pas la visite du CSM.

Cependant, l'Andra CSM a réalisé un audit interne en lien avec les normes ISO 9001, ISO 14001 versions 2015 et ISO 45001 version 2018. L'examen par sondage de l'ensemble des référentiels normatifs s'est déroulé le 24 novembre 2022.

Cette évaluation a permis de définir les modifications à mener pour améliorer la conformité du système de management intégré appliqué par l'Andra CSM.

### **2.5.2 Audit interne relatif à la norme NF EN ISO/IEC 17025**

L'Andra CSM a réalisé le 30 juin et le 1<sup>er</sup> juillet 2022 un audit interne relatif à la norme NF EN ISO/IEC 17025 version 2017. L'objectif était d'auditer le système mis en œuvre afin de vérifier sa conformité avec la norme.

Cet examen est satisfaisant. Cependant, des dispositions restent à prendre pour améliorer la prise en compte de toutes les dispositions demandées dans ce référentiel.

À l'issue de cet audit, l'Andra CSM est conforme à la norme NF EN ISO/IEC 17025.

## **2.6 Suivi des prestataires**

### **2.6.1 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 2022, est donnée dans le tableau 2-3 ci-après.

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

Tableau 2-3

Liste des principaux prestataires du CSM en 2022

Prestataires <i>Sous-traitant rang 1</i>	Activité
ADF NUCLÉAIRE TARLIN	Mise en place d'appareil de mesures de débit sur BRS
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
ASPECT	Laboratoire d'analyses physico-chimiques et suivi hydrobiologique
AUTO-BILAN RÉSEAUX	Assistance technique essais et investigations BRS2 Inspection et curage des chambres de drainage, nettoyage de réseaux
BCM Foudre	Prestataire de contrôle de bon fonctionnement des systèmes de protection contre la foudre du BAP et de la station météo
BIOTOPE	Prestataire en charge des études floristiques et faunistique
CAPGEMINI	Prestataire en charge de la maintenance informatique de la base de données DESIREE
CAUVIN TP	Travaux de terrassement
CERAP	Prestataire en charge de l'exploitation, du suivi et du contrôle des installations et de la réalisation des prélèvements
CETIAT	Prestataire de métrologie pour l'étalonnage Cofrac de divers appareils
CG3N	Prestataire de maintenance du SICM
CHALLANCIN	Gardiennage et surveillance du Centre
COUGNAUD	Conception, travaux et pose associés à un bâtiment modulaire
DESAUTEL	Prestataire en charge de la vérification annuelle des extincteurs
EFINOR/FRAMATOME	Maintenance préventive et corrective des collecteurs RSGE et RSGEbis
EMS2 38	Transport de déchets TFA
ETANDEX	Reprises de maçonnerie sur les ouvrages de génie civil du CSM
EUROFINS EICHROM	Laboratoire d'analyses radiologiques
GEODIS	Prestataire en charge des levés topographiques des lignes des piquets et des cibles, des relevés 3D
INEO NUCLÉAIRE/EQUANS <i>THERMICLIM</i>	Prestataire en charge de la maintenance électrique générale, de la centrale Argon CO <sub>2</sub> , du système de vidéosurveillance et des onduleurs. <i>Prestataire pour la maintenance des ventilateurs et de la climatisation</i>
LABEO MANCHE	Laboratoire d'analyses physico-chimiques
LEDUC	Travaux préparatoires de gros œuvre

Prestataires <i>Sous-traitant rang 1</i>	Activité
LOG HYDRO	Gestion et suivi du parc des piézomètres du CSM
LRING	Bureau d'études structure en charge de la conception de mégatuiles
MESSER	Fournisseur de gaz industriels Argon/CO <sub>2</sub>
MIRION CANBERRA TECHNOLOGIES	Maintenance des appareils de radioprotection
NOYON	Prestataire en charge des transports des échantillons et matériels
OCÉANE TELECOM	Prestataire en charge de la maintenance des équipements du système de communication par radio
ONET	Prestataire en charge du nettoyage des locaux
ORANO RECYCLAGE LA HAGUE  <i>HAGUE ENERGIE</i>	Prestataire en charge d'analyses radiologiques et de mesure d'exposition, du lavage de linge de zone Exploitant en charge de la gestion des effluents et de la maintenance du bassin d'orage <i>Prestataire en charge de la maintenance du bassin d'orage</i>
ORANO DS (Démantèlement et Service)	Prestataire en charge de l'exploitation, du suivi et du contrôle des installations et de la réalisation des prélèvements et des suivis hydrogéologiques
PHILIA INGENIERIE	Étude préliminaire projet réfection/jouvence du RSGE branche Est
ROUGE VIF	Accompagnement visites et évènementiel, accompagnement éditorial
SADE CGTH	Inspection de réseaux hydrauliques
SDEC	Prestataire en charge de la maintenance des barboteurs tritium
SIEMENS	Prestataire en charge de la maintenance du système de détection automatique incendie
SITES	Tests de carbonatation des bétons des ouvrages de génie civil
SOMESCA	Étalonnages de débitmètres
SUBATECH	Laboratoire d'analyses radiochimiques
TFEN PROPRETE-ATALIAN	Prestataire en charge du nettoyage des locaux
TMD CONSEIL	Prestataire en charge de la fonction de Conseiller sécurité de transport (CST)
VALLOIS NORMANDIE  <i>Les territoires de la Hague</i>	Prestataire en charge de l'entretien des espaces verts et autres aménagements paysagers <i>Prestataire en charge du broyage des ronces et des ajoncs</i>

## 2.6.2 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 sous-traitées. Cette surveillance est déclinée au travers d'un programme d'audits et d'inspections techniques (en lien avec le cahier des charges) défini en début de chaque année. Ce programme est établi en fonction du bilan du programme de surveillance de l'année précédente et des prestations envisagées pour l'année concernée.

### 2.6.2.1 Audits des prestataires

L'Andra a mené 2 audits en 2022 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.

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. Cet audit s'est déroulé les 28 et 29 novembre 2022 et a été réalisé par la société QSE Développement. L'audit est jugé satisfaisant.
- la société ASPECT pour la prestation de réalisation des analyses physico-chimiques dans le cadre de l'application du plan réglementaire de surveillance du CSM. L'audit s'est déroulé les 24 novembre 2022 et a été réalisé par la société QSE Développement. L'audit est jugé satisfaisant.

### 2.6.2.2 Surveillance des prestataires

La surveillance des prestataires est assurée par des inspections sur la bonne exécution des cahiers des charges, du bon déroulement des tâches confiées, du 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 2022 sont présentées dans le tableau suivant (cf. Tableau 2-4). Aucune inspection n'a été considérée insatisfaisante, 84 % d'entre-elles ont été jugées satisfaisantes ou à défaut, plutôt satisfaisantes (3 inspections).

Il est à noter que 8 inspections, initialement planifiées, n'ont pas été réalisées :

- 3 de ces inspections concernaient des sociétés qui ont reporté leurs travaux de construction et de maintenance en 2023 (inspections reportées en 2023) ;
- 2 autres inspections ont été annulées à la suite d'une inspection inopinée ou un audit interne du prestataire le même jour ;
- 1 inspection a été reportée en 2023 compte tenu du fait que le prestataire ne s'était pas encore approprié l'activité de conditionnement des déchets TFA ;
- Et les 2 dernières ont été reportées en 2023 en raison de difficultés de planification et/ou d'indisponibilité des interlocuteurs ciblés par l'inspection.

Tableau 2-4 Récapitulatif de la surveillance des prestataires du CSM pour 2022

Prestataire	Activités	Nombre et type de contrôle	Degré de satisfaction
<b>ASPECT SE</b>	Laboratoire d'analyses physico-chimiques	1 inspection et 1 audit (cf. Chap.2.6.2.1)	Satisfaisant
<b>BIOTOPE</b>	Suivi des espèces floristiques et faunistiques	1 inspection relative au relevé des observations des espèces floristiques et à l'application des exigences du cahier des charges	Satisfaisant
<b>CAUVIN TP</b>	Travaux de traitement des fissures en crête de talus	1 inspection relative au respect du cahier des charges	Satisfaisant
<b>CERAP</b>	Exploitation du bureau de contrôle et de surveillance (BCS)	3 inspections relatives au contrôle des débitmètres, la métrologie, l'envoi des échantillons	Plutôt insatisfaisant à satisfaisant
<b>CHALLANCIN</b>	Gardiennage et surveillance du Centre	1 inspection relative à la vérification par sondage de la bonne application des contrôles techniques	Satisfaisant
<b>ETANDEX</b>	Travaux de reprise de maçonnerie	1 inspection sur le suivi de la prestation, conformité au cahier des charges	Plutôt satisfaisant
<b>FRAMATOME ARC</b>	Maintenance préventive et corrective des collecteurs RSGE et RSGEbis	1 inspection relative à la vérification du contrôle de l'intégrité du collecteur	Satisfaisant
<b>GEODIS</b>	Levés topographiques des lignes des piquets et des cibles	1 inspection sur les relevés et les calculs des profils de piquets F/G, 109/110 et 110/111	Satisfaisant
	Relevé 3D du Bâtiment des Bassins et ses ouvrages	1 inspection sur le respect du cahier des charges et l'intégralité des mesures	Satisfaisant
<b>EQUANS</b>	Maintenance électrique et des systèmes de ventilation et de la centrale Argon CO <sub>2</sub> , système vidéo	1 inspection relative à la maintenance des postes HT	Satisfaisant
<b>LRING</b>	Étude du design des mégatuiles des talus de la couverture	1 inspection relative à la mise en œuvre des exigences du cahier des charges	Satisfaisant
<b>MIRION - Technologies</b>	Métrologie des Cobenades	1 inspection relative au respect des exigences du cahier des charges	Satisfaisant

Prestataire	Activités	Nombre et type de contrôle	Degré de satisfaction
<b>ORANO Recyclage - La Hague</b>	Maintenance du bassin d'orage	1 inspection relative à la vérification de la bonne réalisation de la maintenance des vannes du bassin d'orage	Satisfaisant
<b>ORANO DS</b>	Exploitation du bureau de contrôle et de surveillance (BCS)	1 inspection sur le prélèvement dans les ruisseaux	Satisfaisant
<b>PHILIA Ingénierie</b>	Étude préalable à la jouvence du RSGE	1 inspection de la prestation d'étude préalable à la jouvence du RSGE	Satisfaisant
<b>SITES</b>	Inspection visuelle des éléments de galerie du RSGE, des murs de soutènement et des piliers et barres de renfort du bâtiment d'accueil du public (BAP)	1 inspection relative à la mise en œuvre des exigences du cahier des charges	Satisfaisant
<b>VALLOIS</b>	Entretien des espaces verts	1 inspection sur le désherbage	Plutôt satisfaisant



## 2.7 Maintenance et suivi des installations et ouvrages

Un planning concernant les actions de maintenance préventive est réalisé chaque année. Ces actions ont pour but de garantir le maintien en bon état des appareils/installations et d'assurer leur disponibilité. La réalisation de ces maintenances se fait par l'application des documents d'exploitation.

### 2.7.1 Nettoyage et entretien du bassin d'orage

Le bassin d'orage du CSM est localisé sur le site d'Orano Recyclage La Hague (Figure 1-3 et figure 4-9). Les opérations de maintenance annuelle sur ce bassin d'orage 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 2022 n'a pas mis en évidence de dégradation.

### 2.7.2 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 moteur du système de ventilation redondant (VS11) du bâtiment des bassins a été remplacé en mars 2022 et un réalignement de ce dernier a été effectué en juin 2022. Deux arrêts de la ventilation du bâtiment des bassins se sont produits en 2022 suite à des défauts d'isolement, la redondance permet d'avoir de la souplesse dans la gestion de la ventilation du bâtiment des bassins.

### 2.7.3 Maintenance préventive des réseaux et matériels associés

Dans le cadre des opérations de maintenance préventive et conformément aux RGE (26), 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 2022. 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 pompes de reprise des « effluents à risque » du réseau de drainage profond (pompes installées aux points RD12 et RD24) ont fait l'objet d'une maintenance en juin et décembre 2022.

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.

#### 2.7.4 Reprise de maçonnerie des éléments de galerie

Suite à l'expertise des ouvrages de génie civil réalisée en 2019, quelques défauts ont été relevés (corrosion, fissures...). Des travaux de reprise de maçonnerie des ouvrages de génie civil ont donc été réalisés de décembre 2021 à janvier 2022 permettant de réparer ces défauts.

#### 2.7.5 Étalonnage, vérification de bon fonctionnement des débitmètres et des préleveurs automatiques

##### 2.7.5.1 Les débitmètres

La vérification semestrielle de bon fonctionnement des débitmètres de la CMG et du BDS a été effectuée en mars et en août 2022. Ces contrôles se sont révélés conformes aux attentes.

Concernant les débitmètres électromagnétiques de type SIEMENS (CMG Ø 300 et Ø 1200), la linéarité du signal analogique de sortie délivré par l'électronique a été vérifiée pour l'année 2022 en janvier 2023 : les bornes de mesures ont été passées au banc d'essai. Aucune anomalie n'a été détectée.

##### 2.7.5.2 Les hydrocollecteurs

Les préleveurs d'échantillons liquides (de type ISCO) aux exutoires font également l'objet de vérifications semestrielles dans le cadre de la maintenance préventive. Lors de ces vérifications, le changement systématique des tubulures est réalisé ainsi que le nettoyage des appareils et des flacons. Aucun dysfonctionnement n'a été constaté sur ces appareils en 2022.

##### 2.7.5.3 Les préleveurs atmosphériques

Le préleveur d'air EAS 70K, permettant le contrôle des aérosols, a été vérifié et étalonné en octobre 2022. Ce contrôle était conforme aux attentes. Même s'il n'y a pas eu d'arrêt de l'appareil en 2022, ce dernier a eu quelques difficultés à dialoguer avec le système de supervision (SICM).

Le contrôle du bon fonctionnement des barboteurs SDEC, qui permettent de piéger le tritium de l'air, a été réalisé le 18 octobre 2022. Lors de la maintenance préventive, les actions suivantes sont effectuées :

- changement des filtres et des joints ;
- remplacement du liquide caloporteur ;
- changement du catalyseur ;
- vérification des débits et des températures.

Les contrôles sont conformes aux attentes.

#### 2.7.6 Systèmes informatiques

##### 2.7.6.1 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.

##### 2.7.6.2 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, une version majeure a été mise en application (V07.00) pour prendre en compte l'arrêt d'Internet Explorer®. De plus, quatre versions mineures ont été installées pour prendre en compte les demandes d'évolution et/ou de corrections des chargés d'affaires Andra.

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

<i>3.1 Comportement physique de la couverture</i>	<i>44</i>
<i>3.2 Conclusion sur le comportement physique de la couverture</i>	<i>67</i>

## 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 (10) :

- un suivi topographique annuel de l'ensemble des cibles de la couverture ;
- un suivi topographique de plusieurs profils de piquets sur les talus (localisation figure 3-1), dont la fréquence mensuelle, trimestrielle ou semestrielle est adaptée à l'évolution des variations constatées ;
- des contrôles visuels de la couverture effectués lors d'une inspection, réalisée pour cette année 2022 au mois d'août.

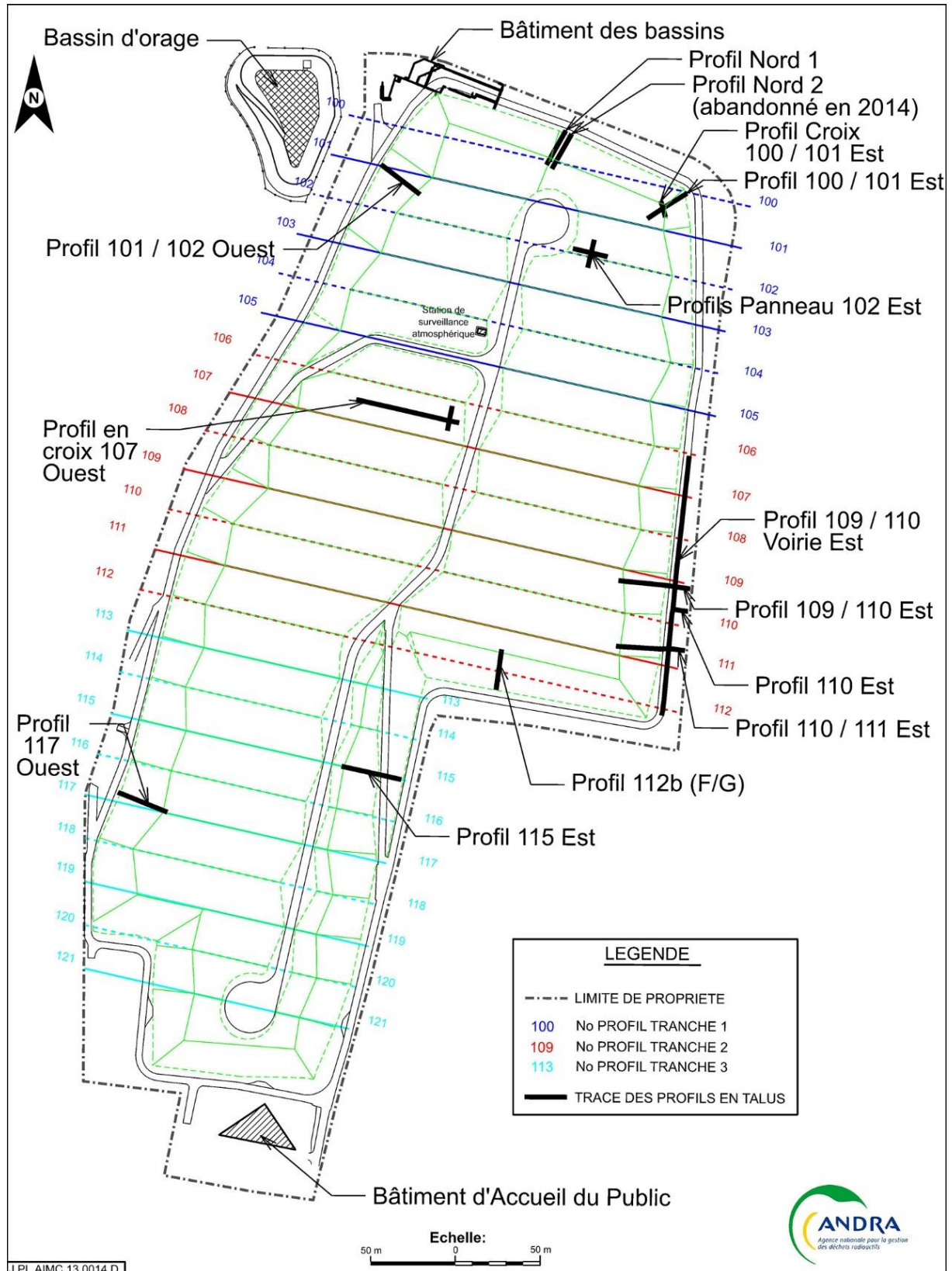


Figure 3-1

Localisation profils de piquets en talus et en toit de la couverture.

Compte tenu des faibles mouvements enregistrés sur le Centre, la fréquence de relevé de l'ensemble des piquets est devenue trimestrielle en 2021. En 2022, les profils de piquets ont été relevés trimestriellement les 22 mars 2022, 29 juin 2022, 07 octobre 2022 et 25 janvier 2023. Le relevé des cibles a été réalisé en août 2022.

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 aux 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).

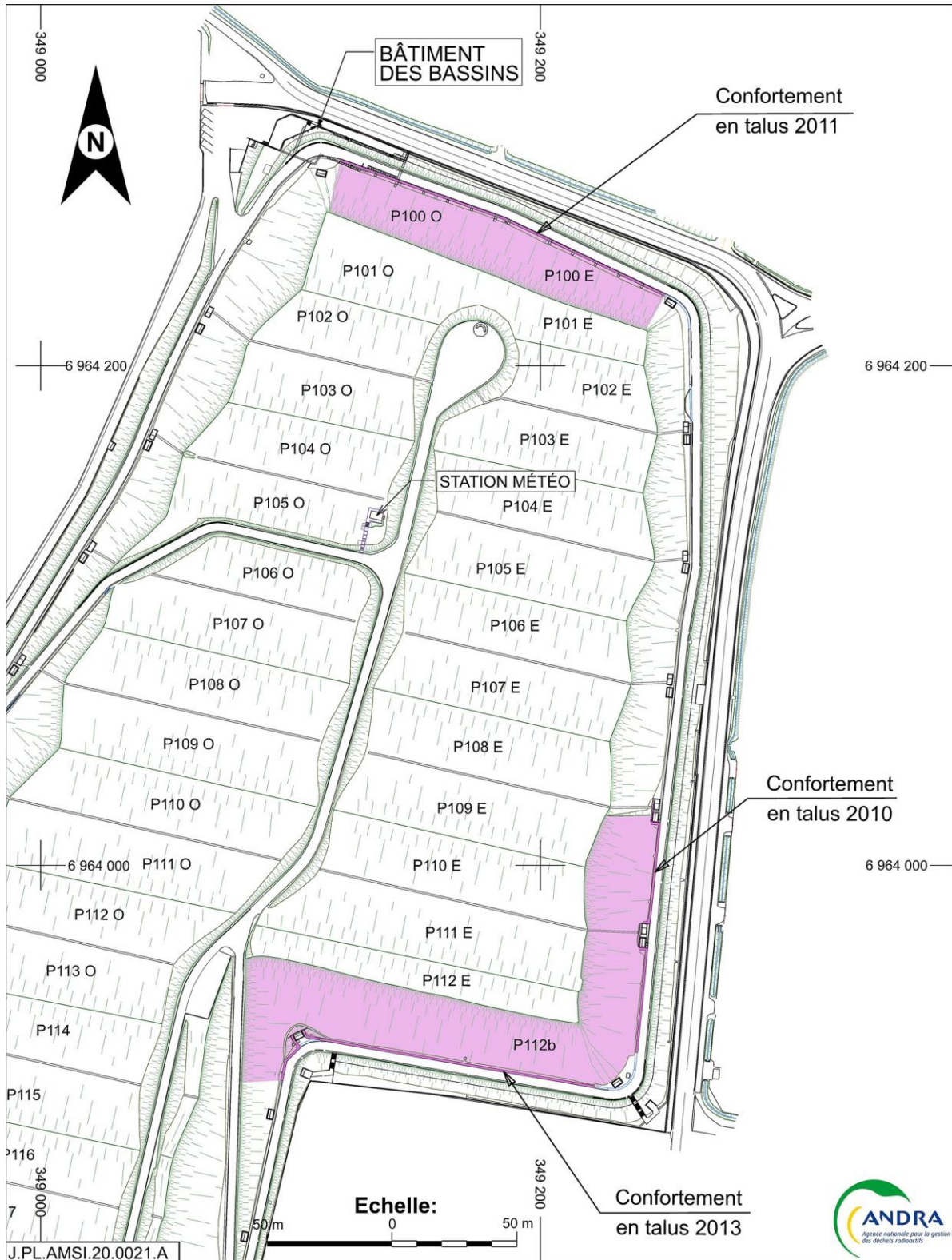


Figure 3-2 Localisation des talus confortés fin 2013 (zone rose)

### 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 n° EXP.BI.ACSM.20.0004).

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 Cibles : tassements et déplacements observés

Il n'a pas été observé de nouvelle zone de déformation en 2022 par rapport à l'année 2021. Les tassements mesurés en 2022 se répartissent toujours en 2 types :

- les tassements localisés sur le toit de la couverture : panneaux 107 ouest et 102 est. Les déplacements mesurés à ce niveau 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.

Les cibles de la couverture font l'objet d'un levé topographique annuel, lequel s'est déroulé en août 2022. 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 de juillet 2021 en figure 3-5 et en figure 3-6.

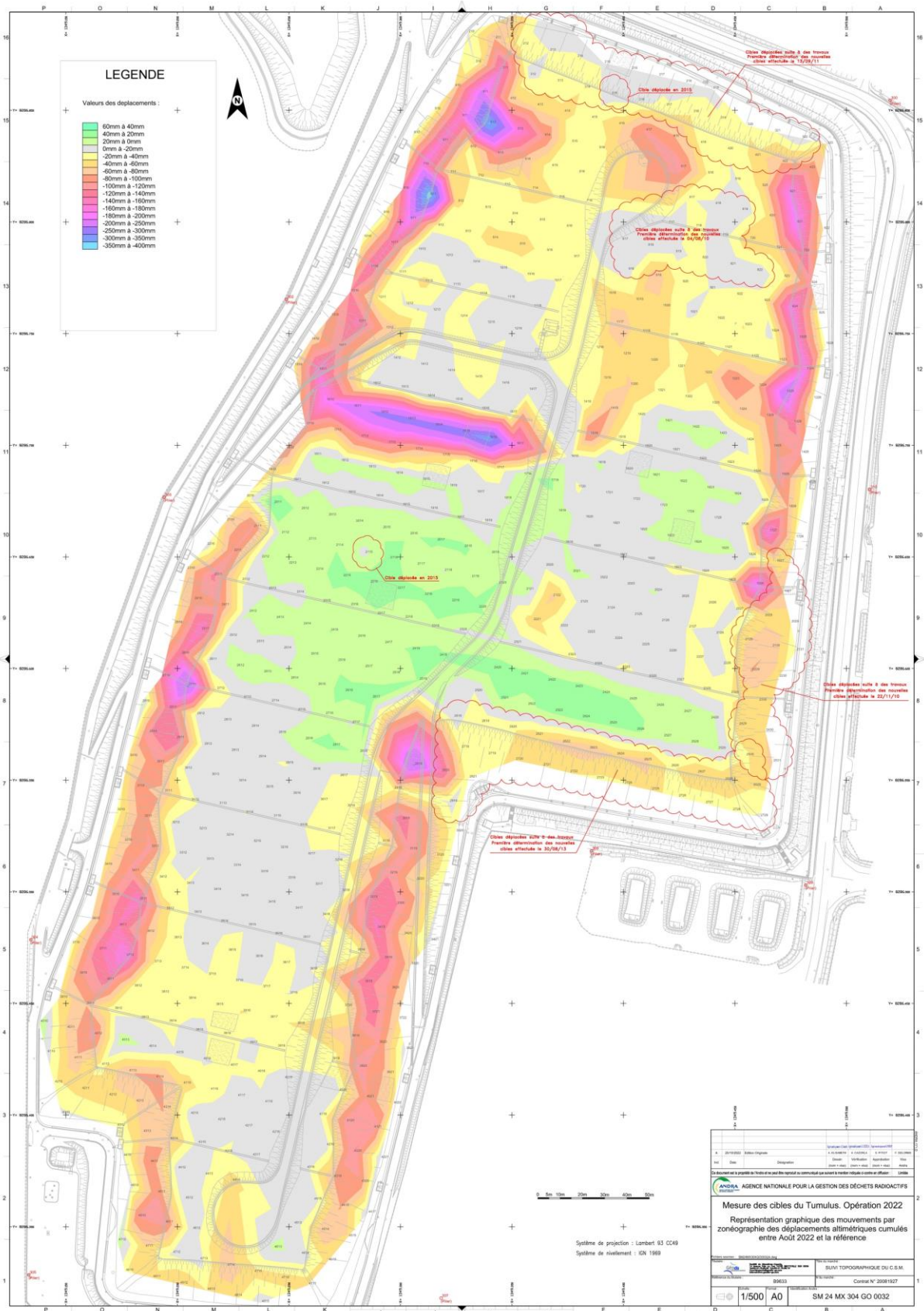


Figure 3-3 Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2022 et la référence (1996 hors zones de confortement)

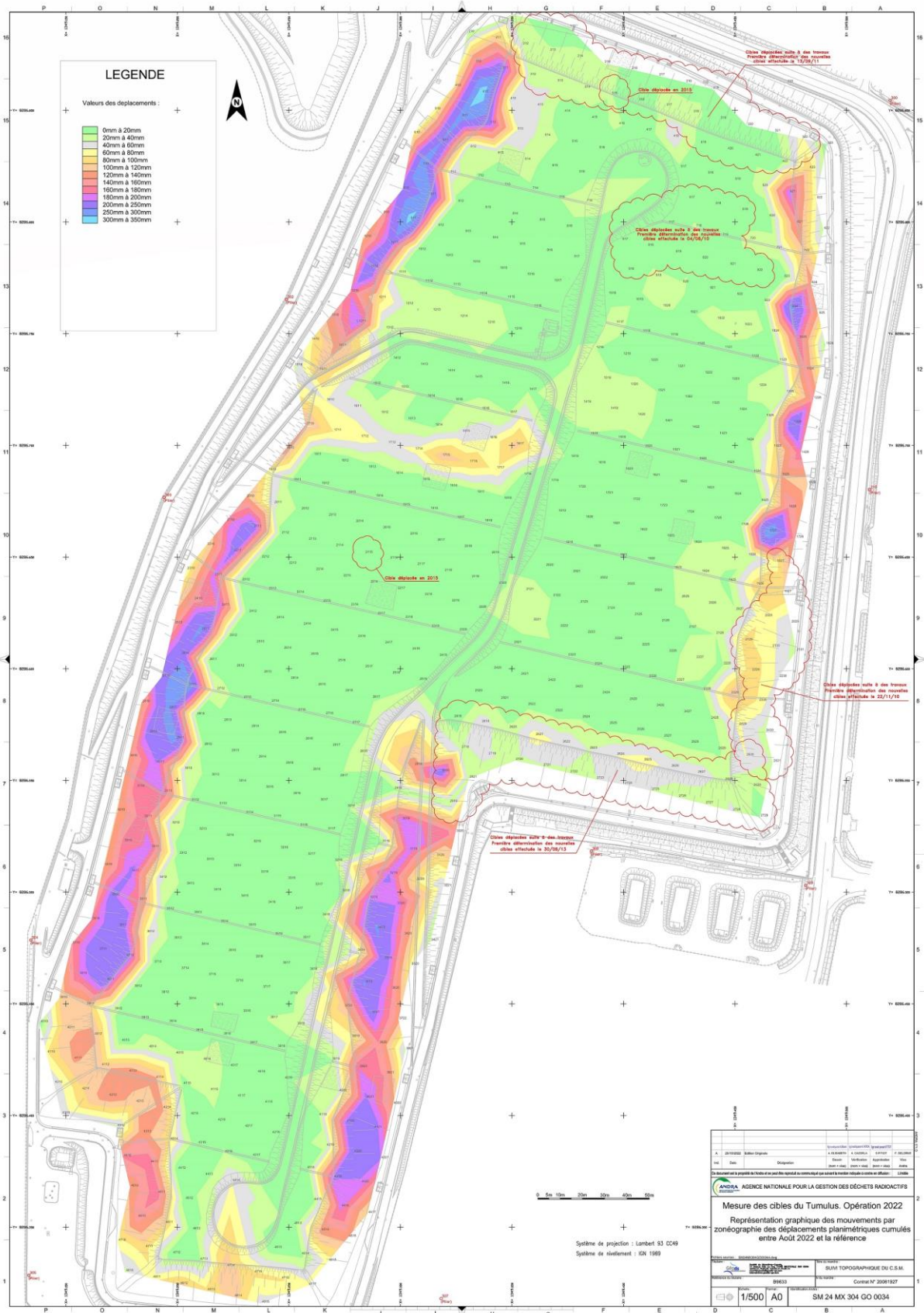


Figure 3-4

Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2022 et la référence (1996 hors zones de confortement)

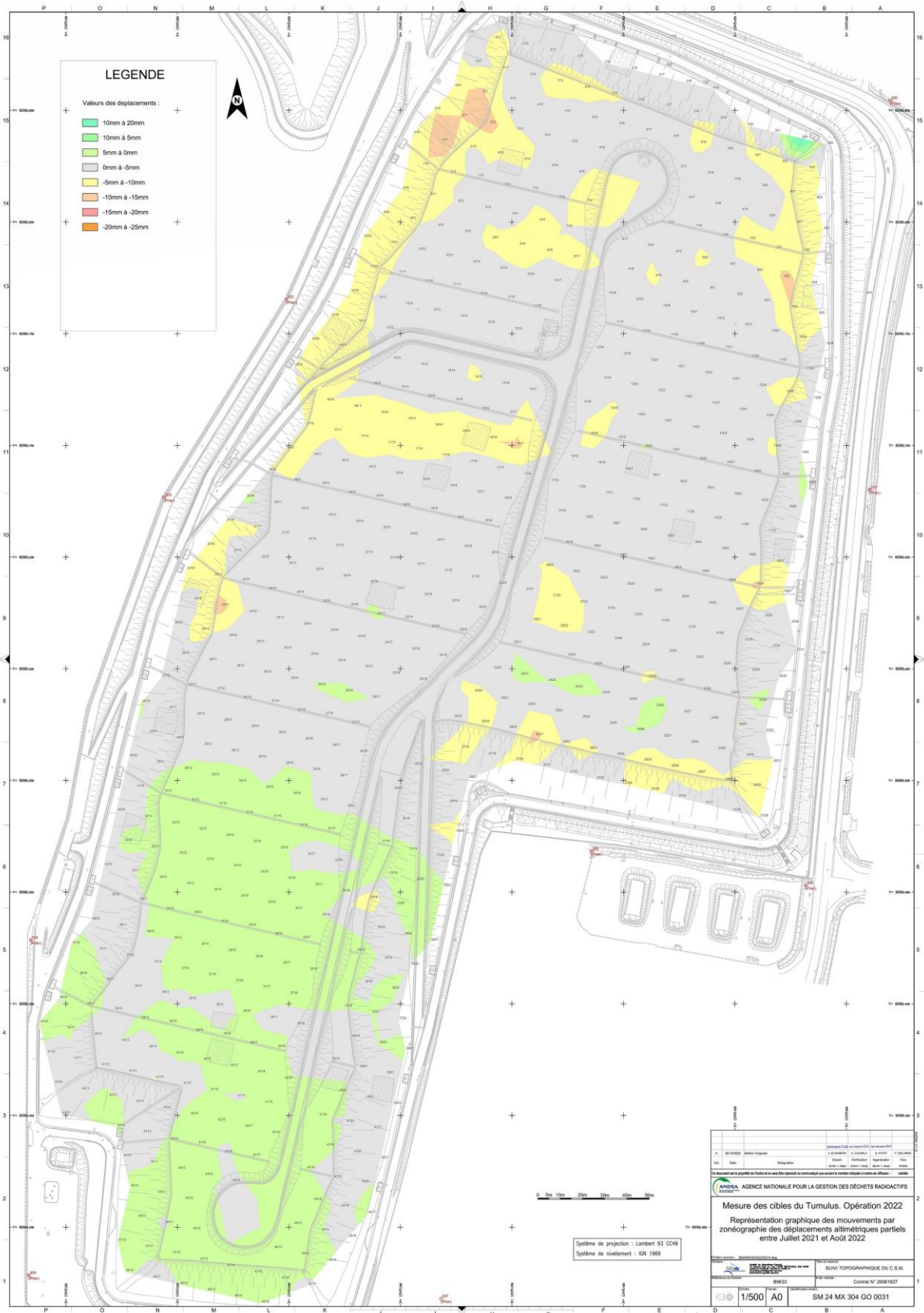


Figure 3-5

Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2022 et juillet 2021

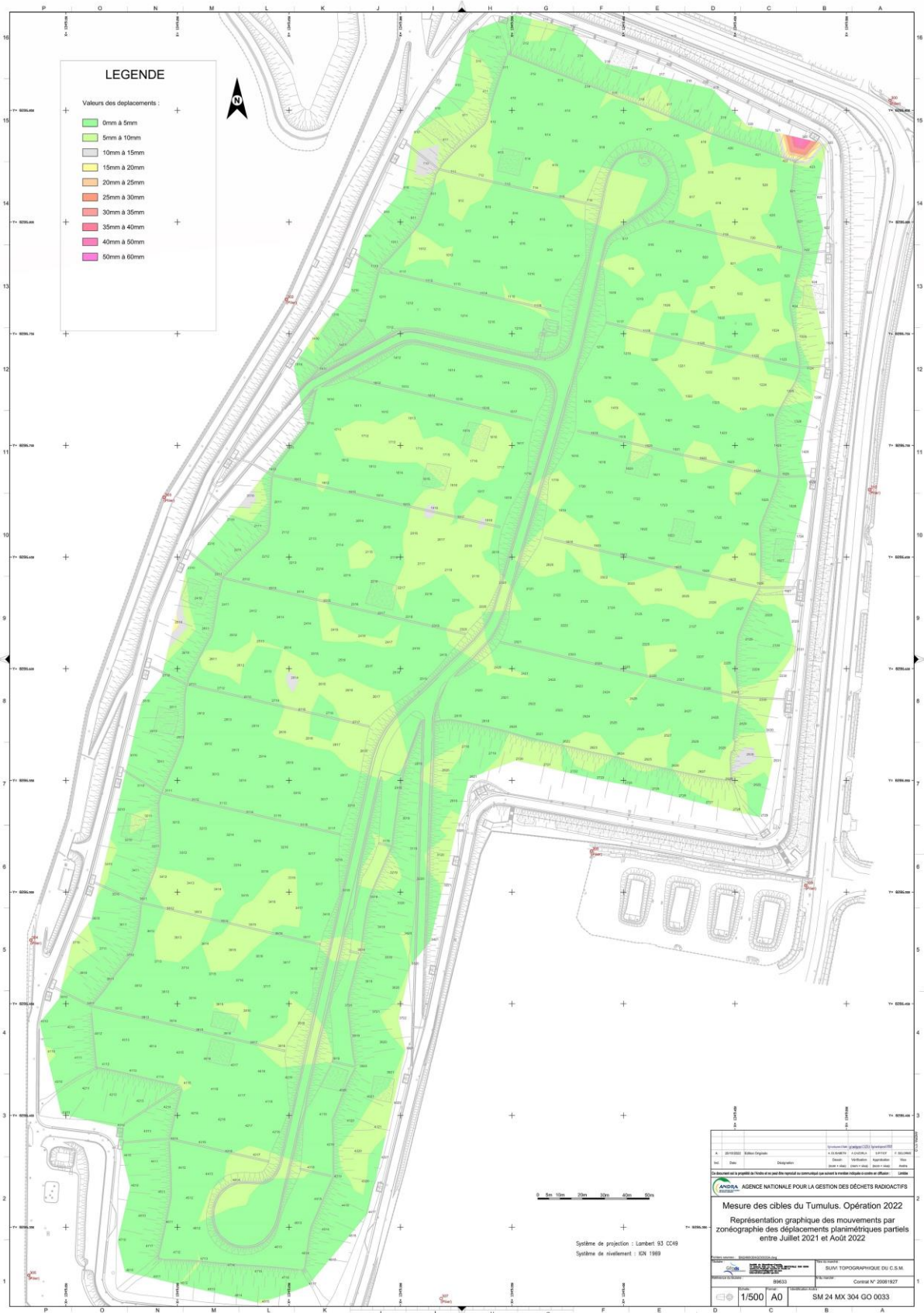


Figure 3-6

Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2022 et juillet 2021

### 3.1.3.1 Mouvements sur le toit de la couverture

Les cartes de zonéographie altimétrique et planimétrique entre 2021 et 2022 ne montrent pas ou peu d'évolution sur un an.

#### Cibles en tête de talus

La cible 512 située sur la partie toit de la couverture, mais en tête du talus 101 ouest (nord-ouest), montre de petits déplacements altimétriques de 10 mm à 15 mm sur une année, ainsi que les cibles 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 jusqu'en tête de talus.

Les cibles à l'est 823, 924, et 1926, et la cible à l'ouest 2411 montrent des faibles tassements de 10 mm à 15 mm. Ces cibles se trouvent en tête de talus et les déplacements sont associés aux légers glissements des talus.

La cible 2621 en tête du talus 112b (confortés en 2013) a montré cette année un tassement de 10 mm à 15 mm, peut-être dû à des phénomènes de consolidation. Cette cible fera l'objet d'un point d'attention pour l'année prochaine.

#### Cibles en toit de la couverture

Les cibles 1419 et 1518 continuent leur tassement lentement, de l'ordre de 5 mm à 10 mm par an comme l'année dernière. En cumul depuis 1994, le tassement est de l'ordre d'une centaine de millimètres. Aussi, cette zone est à surveiller.

#### Cible en talus

La cible 322 située en pied du talus nord (à l'est à proximité de la CD4) s'est déplacée latéralement d'environ 50 mm à 60 mm mais sans aucun déplacement altimétrique. Il semble que cette cible ait été heurtée. Elle sera surveillée lors du prochain relevé.

#### Panneau 110 Est – Cibles 2122 et 2221

Ces cibles avaient montré des tassements un peu 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 global entre 0 mm et 20 mm). Depuis 2017, les tassements de ces deux cibles étaient de l'ordre de presque 10 mm/an jusqu'en 2020. En 2021 et 2022, le tassement s'est ralenti pour revenir aux tendances d'avant 2017, de l'ordre de 5 à 8 mm sur un an. Dans cette zone, les cibles situées autour (2220, 2122, 2221, 2222 et 2223) montrent des faibles tassements de 5 à 10 mm par rapport à l'an passé.

Cependant, en cumul depuis l'origine, les tassements de ces deux cibles sont faibles : de l'ordre de 68 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 100 mm environ depuis 1997. Pour la cible 2221, les valeurs sont plus faibles (50 mm depuis 1994 et 85 mm depuis 1997).

Enfin, dans l'analyse des graphiques (cf. Figure 3-7), 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. Cette analyse peut correspondre :

- soit à des incertitudes de mesures qui auraient pu conduire à sous-estimer les tassements de 2011 à 2017, puis surestimer de 2017 à 2020, la vitesse moyenne étant globalement constante, ce que montre la droite en pointillé rouge (cf. Figure 3-7) ;
- soit à un comportement dans le stockage : les colis et matériaux de remplissage se sont tassés régulièrement, mais de 2011 à 2017, un effet de voûte locale aura ralenti le phénomène, puis la voûte ayant cédé, cela aurait pu provoquer une accélération du tassement sur 3 ans, puis le phénomène de tassement global reprend sa cinétique.

En conclusion, ces deux cibles se sont tassées davantage que les cibles situées dans cette zone, mais l'amplitude des tassements reste faible de l'ordre de 50 mm à 68 mm. Cette zone reste à surveiller plus spécifiquement lors des prochains relevés de cibles afin d'identifier si elle revient à sa cinétique moyenne de l'ordre de 4,3 mm et 3,5 mm par an.

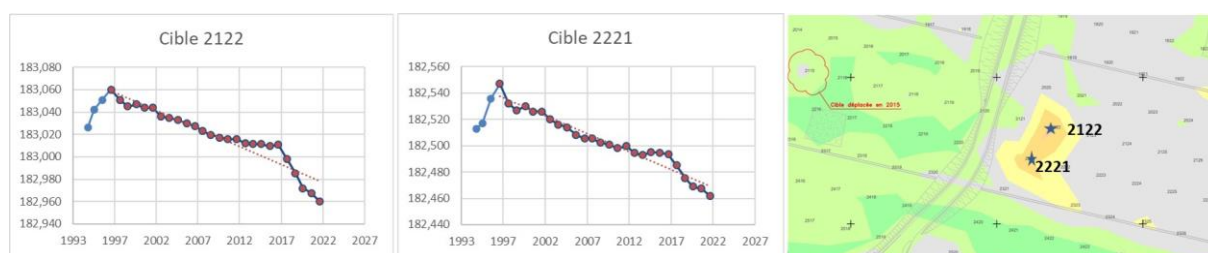


Figure 3-7 Cibles 2122 et 2221 - Évolution des mouvements altimétriques depuis l'origine

#### 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. Les tassements observés depuis cette date sont de faible amplitude et se poursuivent à une vitesse à peu près constante. Pour 2022, ils sont de l'ordre de 5 mm à 10 mm (ligne des cibles numérotées de 1611 à 1616 ainsi que la ligne de cibles 1710 à 1715) avec un affaissement un peu plus important pour la cible 1617 (10 mm à 15 mm). La cible 1616 demeure la plus impactée, avec une profondeur maximale de tassement observée entre l'origine et le relevé d'août 2022 de 331 mm (cf. Figure 3-8).

La mise en place en 2018 d'un profil de piquets en croix (cf. Figure 3-9) 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).

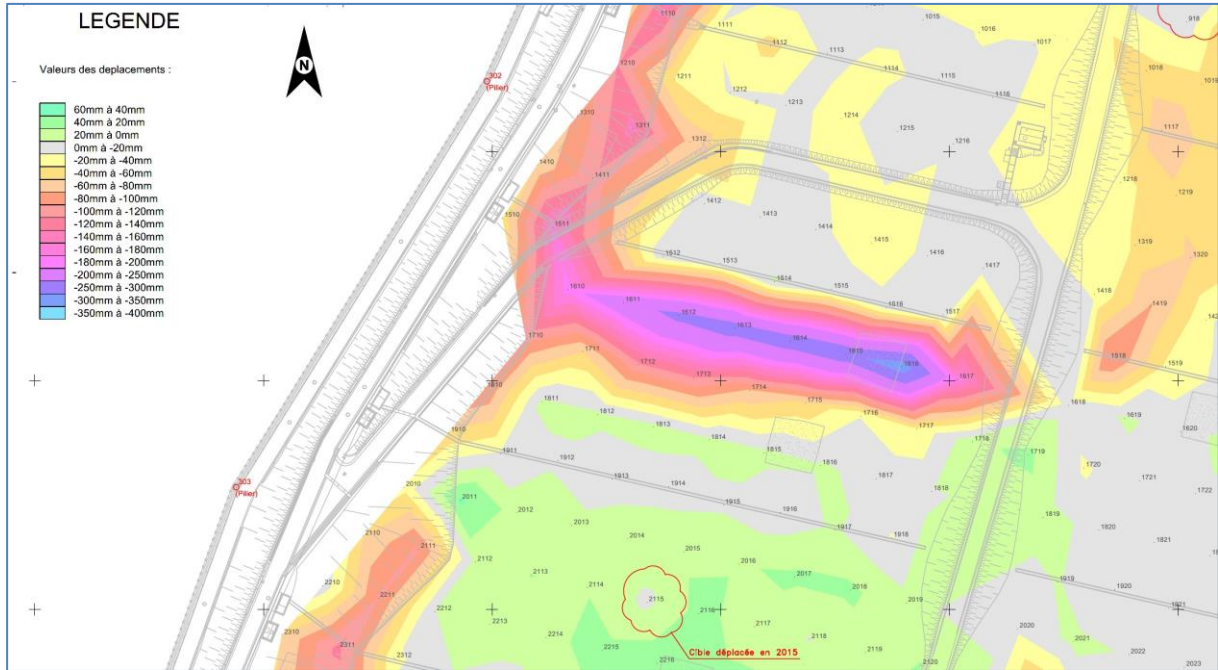


Figure 3-8 Déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du tassement 107 Ouest (TBH) – Écart constatés entre le relevé d’août 2022 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en Figure 3-3 sans échelle)

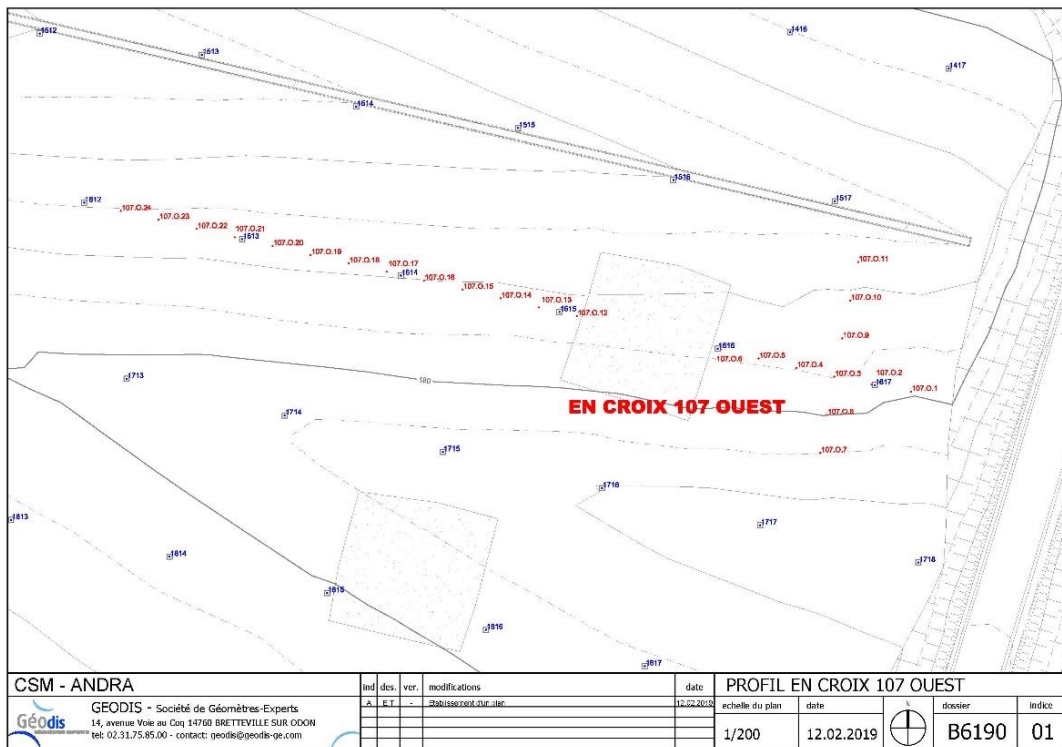


Figure 3-9 Tassement 107W - Localisation des profils de piquets et des cibles



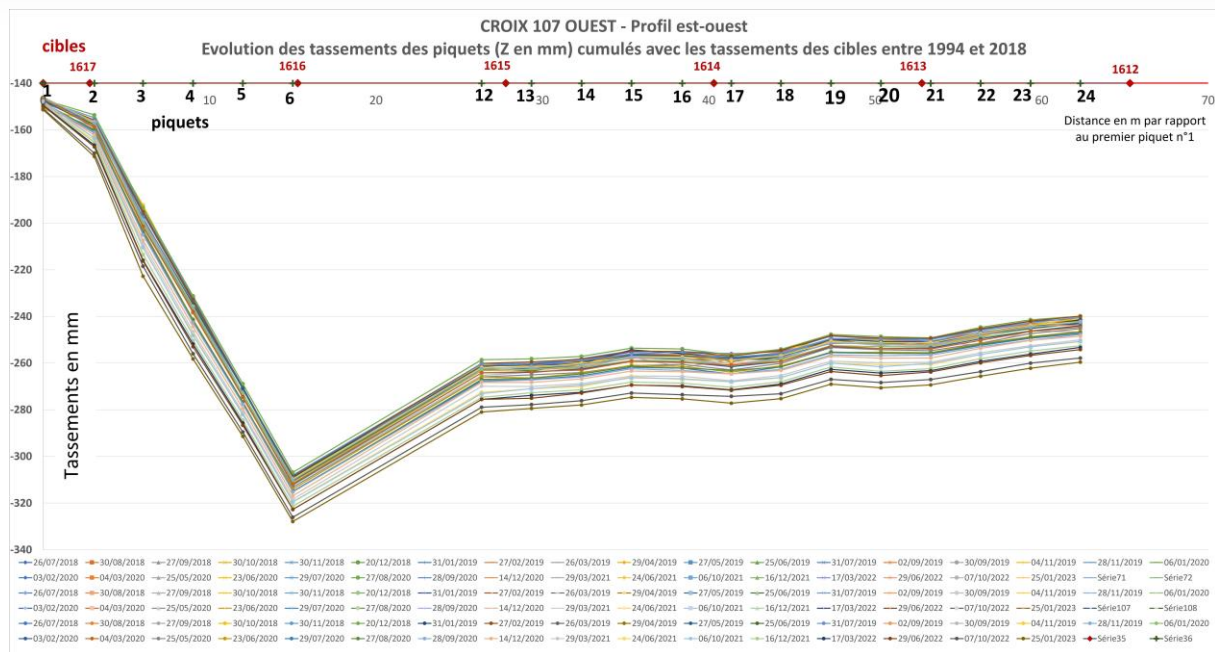


Figure 3-10 Tassement du panneau 107 Ouest - Profil de piquets Est-Ouest - Évolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles

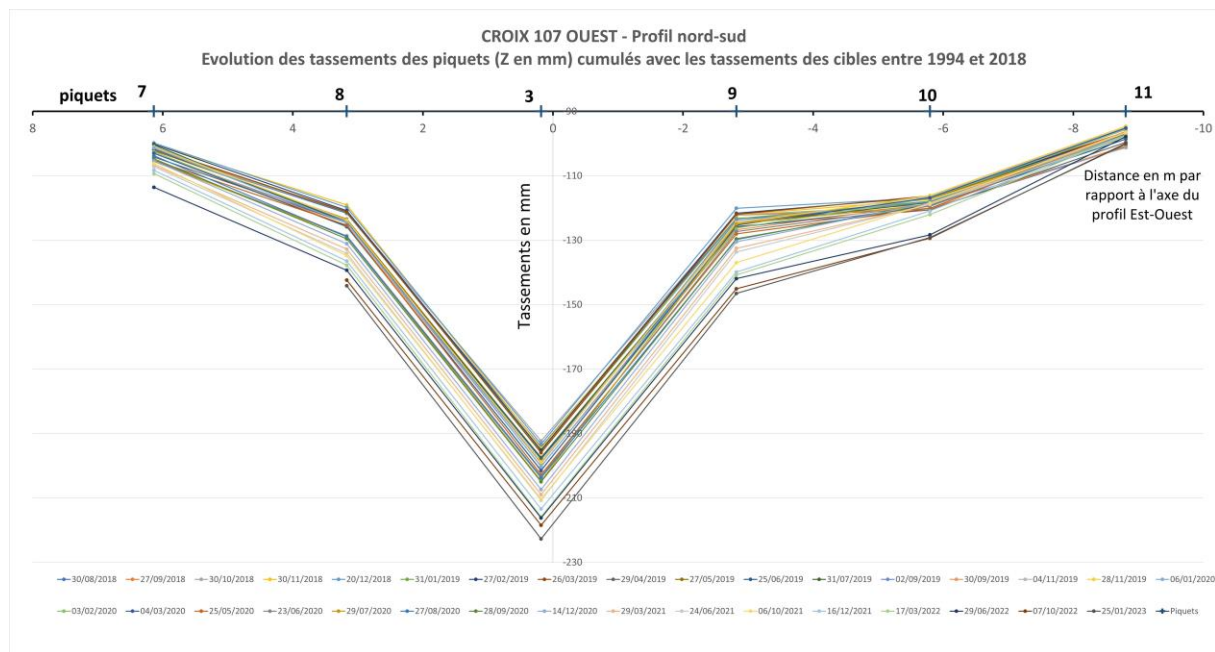


Figure 3-11 Tassement panneau 107 Ouest - Profil de piquets Nord-Sud - Évolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles

L'analyse des données (cf. Figure 3-10 et figure 3-11) montre une zone de tassement plus prononcé d'environ 9 m x 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 élévation 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 est évaluée par calcul trigonométrique à 1,3 % d'élévation.

### 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 3-12).

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. Ces travaux ont été présentés dans le bilan 2009 du CSM.

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 2022 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 2022 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 60 mm à fin 2022 depuis le premier relevé de 2010 après les travaux de réparation (cf. Figure 3-12). 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 à 3 mm/an, compte tenu des incertitudes de mesure (cf. Figure 3-13).

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 enregistrée sur le panneau 102 est correspond à une élongation évaluée par calcul trigonométrique comme très largement inférieure à 1 %.

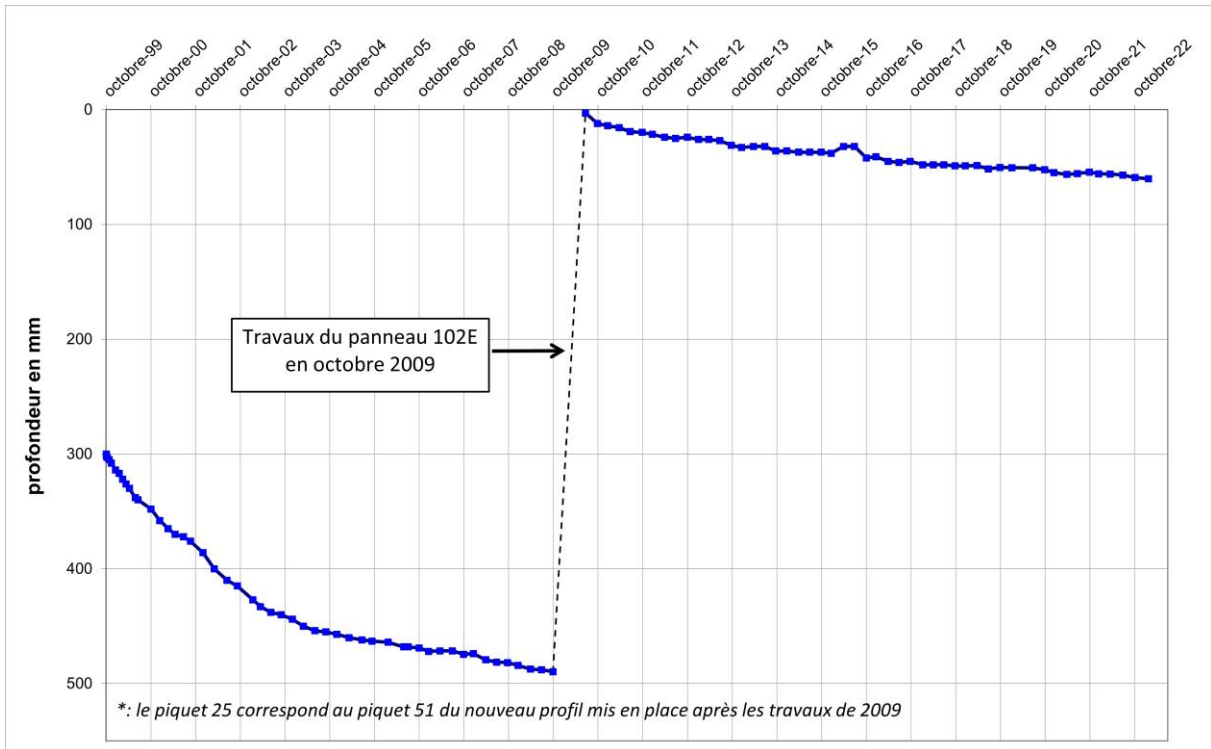


Figure 3-12 Tassement 102 Est – Évolution altimétrique de l'ancien piquet 25 (point d'affaissement le plus important) correspondant au piquet 51 sur le profil actuel)

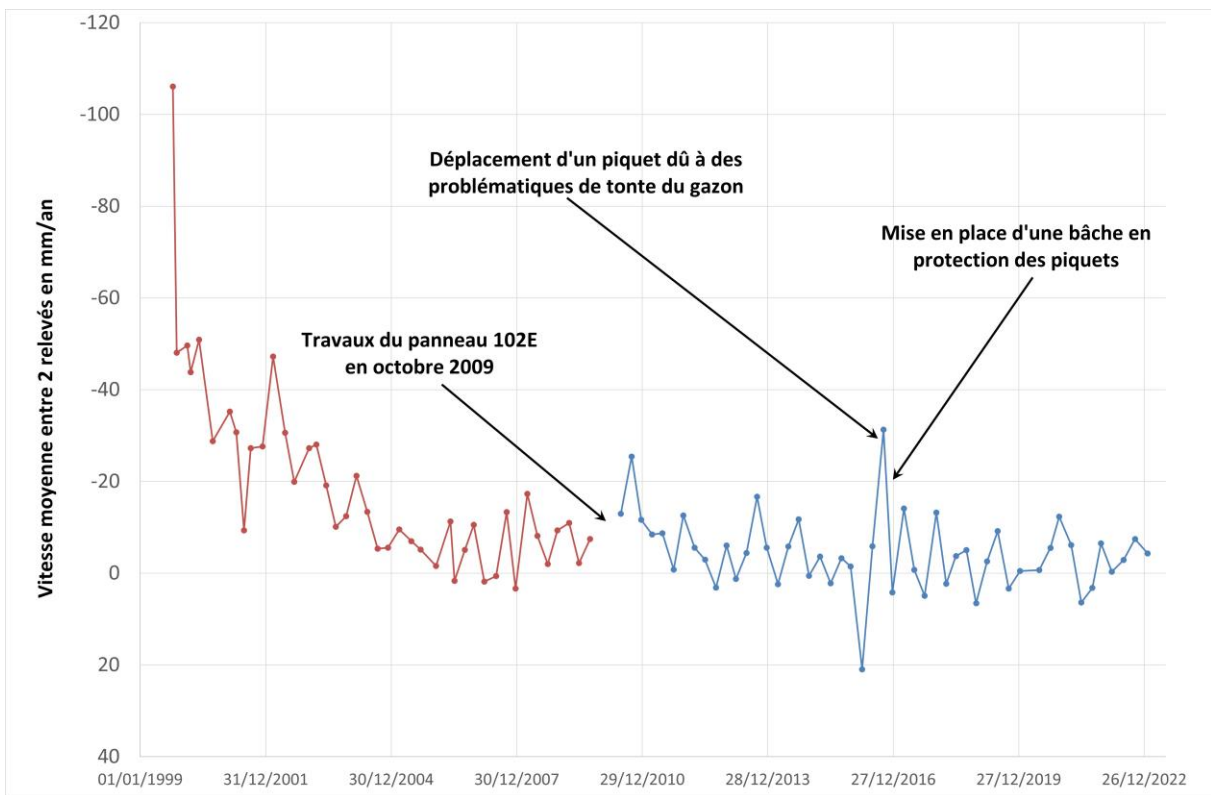


Figure 3-13 Tassement 102 Est – Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des anciens piquets 24 à 32, actuellement 45 à 52

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 relevés 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 3-14.

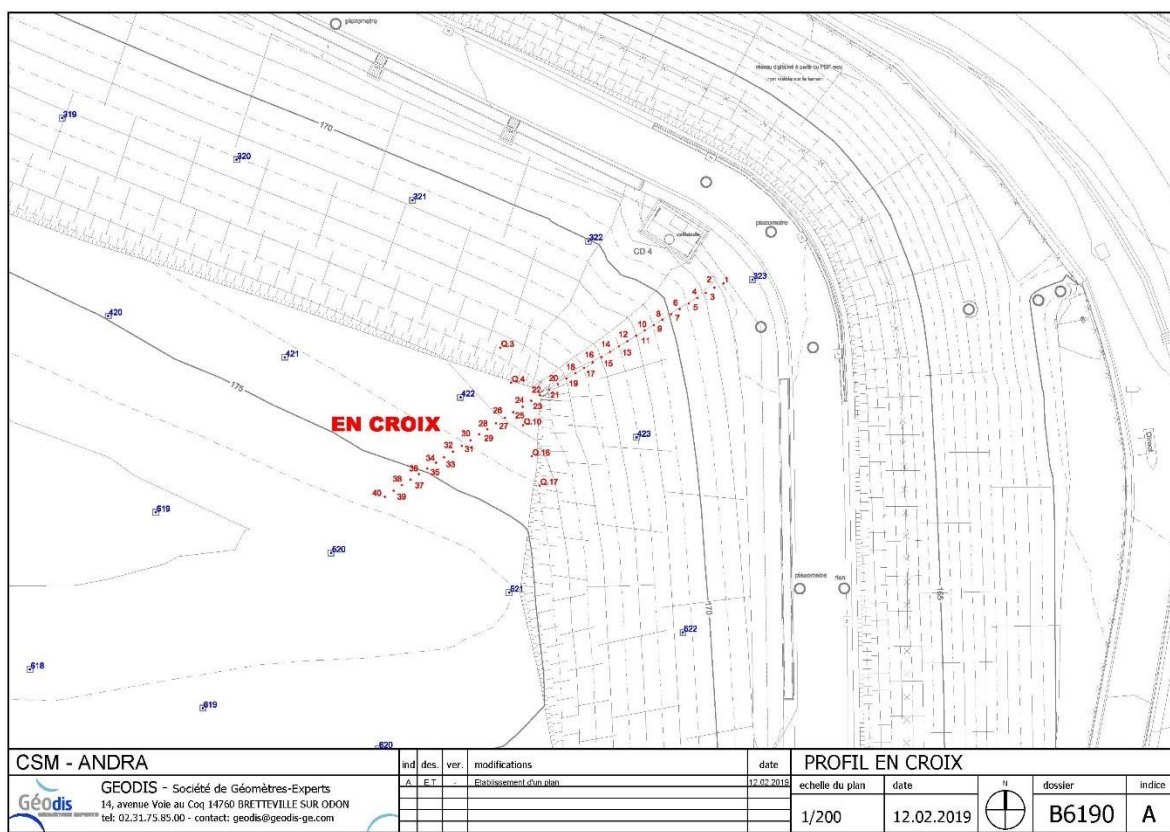


Figure 3-14 Localisation du profil de piquets en croix 100-101E

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 3-14) 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 aout 2016 correspondant à l'identification d'un tassement dû à un choc lors d'une tonte.

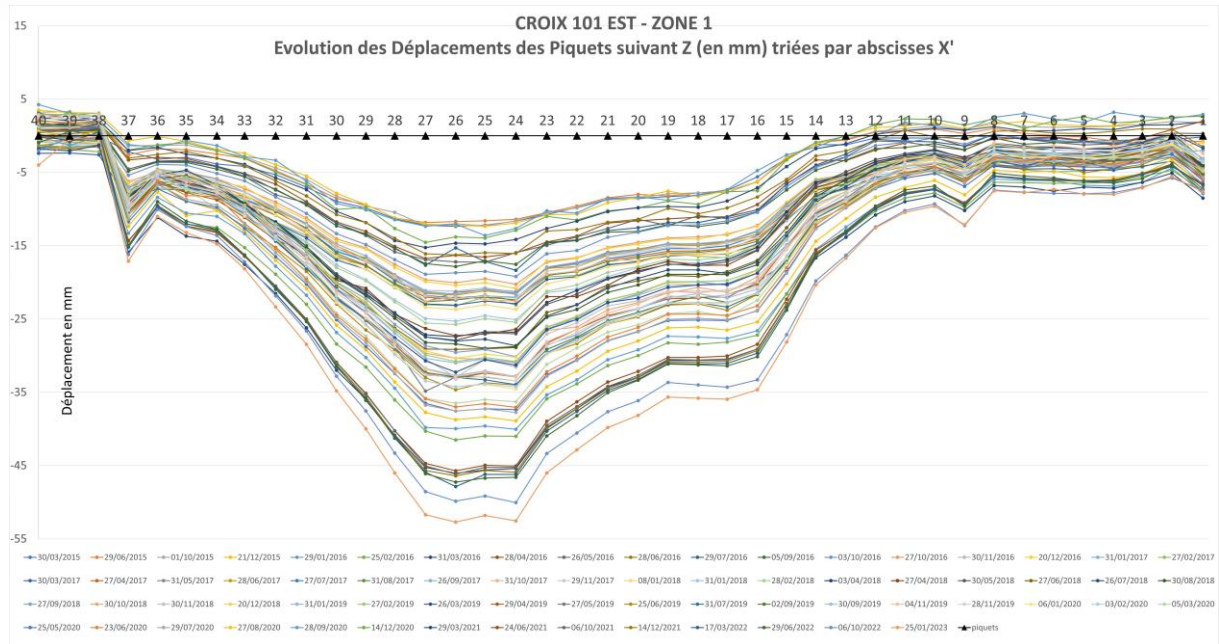


Figure 3-15 Courbe de suivi des écarts altimétriques – profil principal

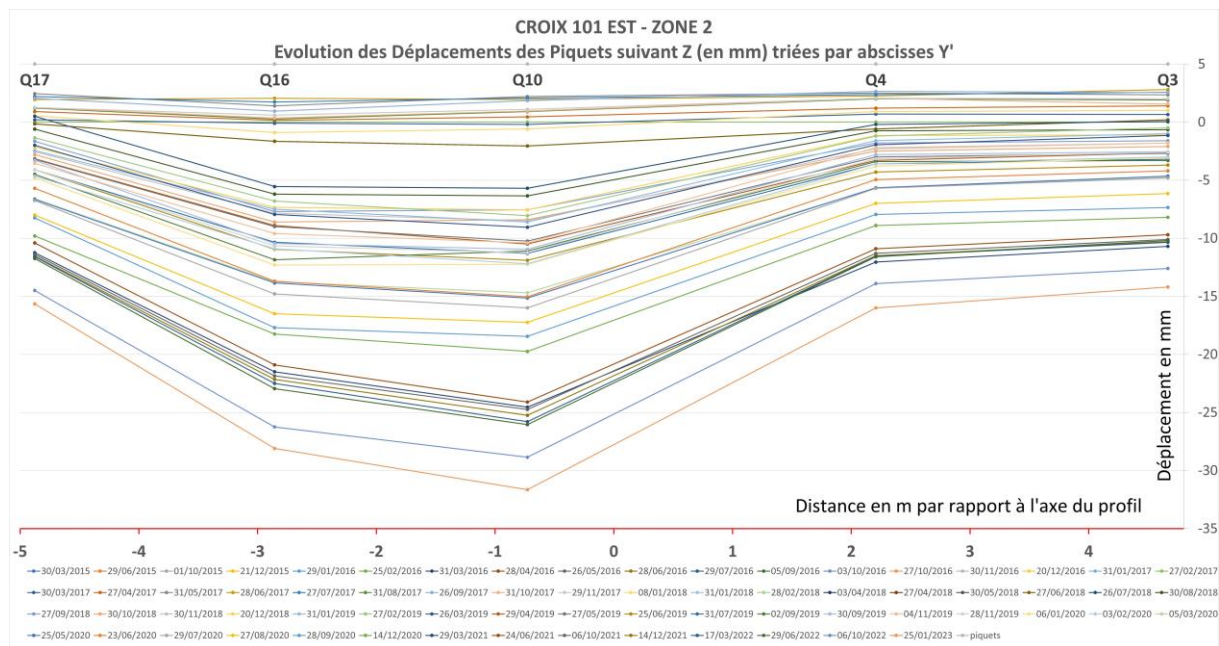


Figure 3-16 Courbe de suivi des écarts altimétriques – profil quadrillé 1

Le tassement maximum enregistré sur le profil 100-101 depuis sa mise en place en octobre 2014 est de 53 mm au niveau des piquets 24-25-26 et représente un tassement de l'ordre de 6 mm entre 2021 et 2022. 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 conservatrice aux tassements mesurés sur le piquet 24. On considère donc un tassement de 124 mm au droit du piquet n° 24 pour le calcul d'étirement de la membrane. On notera que ce tassement supplémentaire n'est pas répercuté sur les courbes de suivi altimétrique des écarts de piquets sur les figure 3-15 et figure 3-16.

Cette déformation ainsi évaluée 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.

Comme expliqué au paragraphe 3.1.2.2 du présent document, la méthode d'analyse des mouvements de piquets a été modifiée à partir de 2018 afin d'avoir une meilleure précision pour ces mouvements très faibles.

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 2022 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.

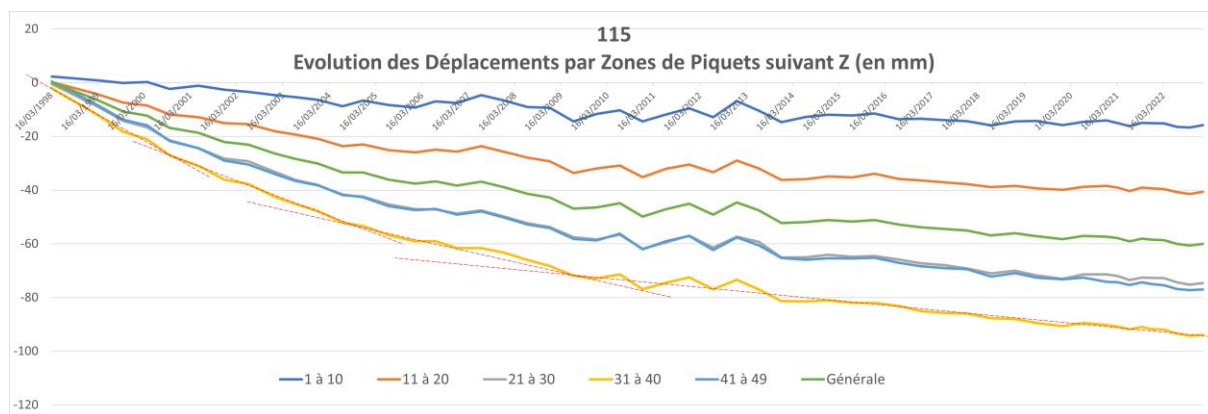


Figure 3-17

Talus 115est - suivi altimétrique des piquets

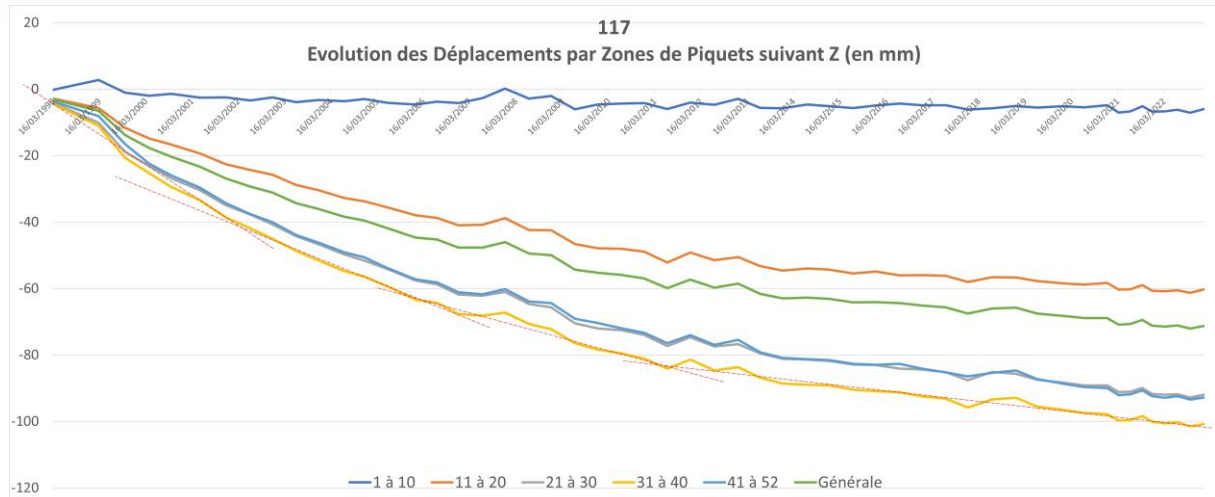


Figure 3-18 Talus 117est - suivi altimétrique des piquets

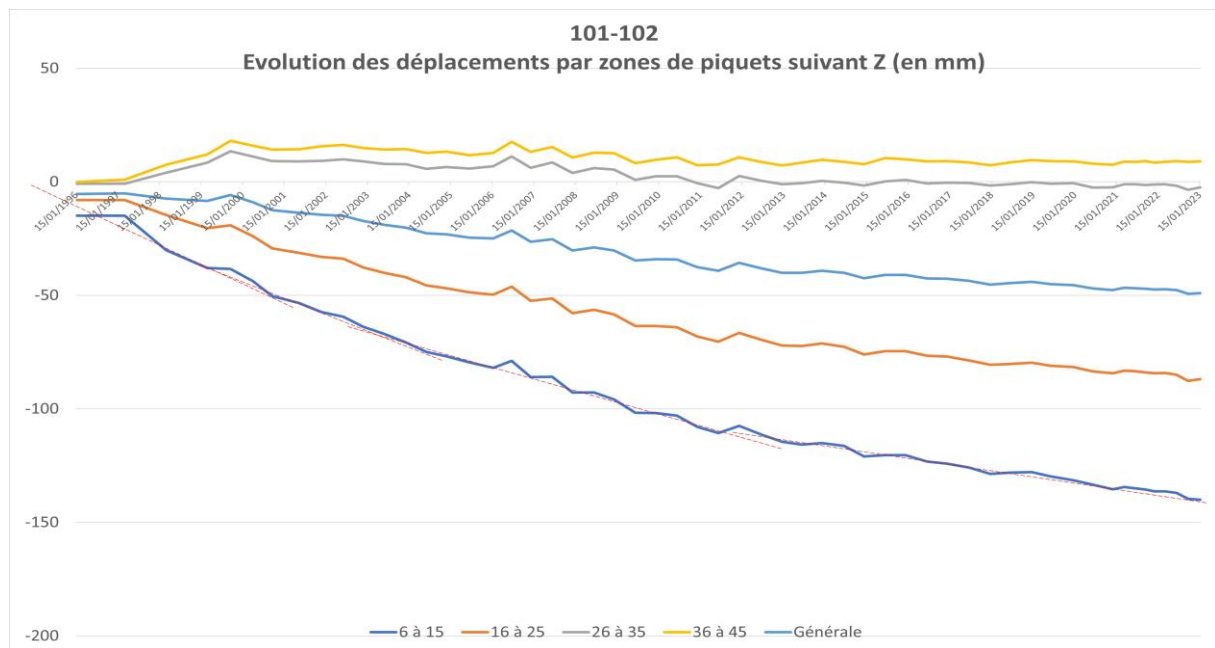


Figure 3-19 Talus 101/102ouest - suivi altimétrique des piquets

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.

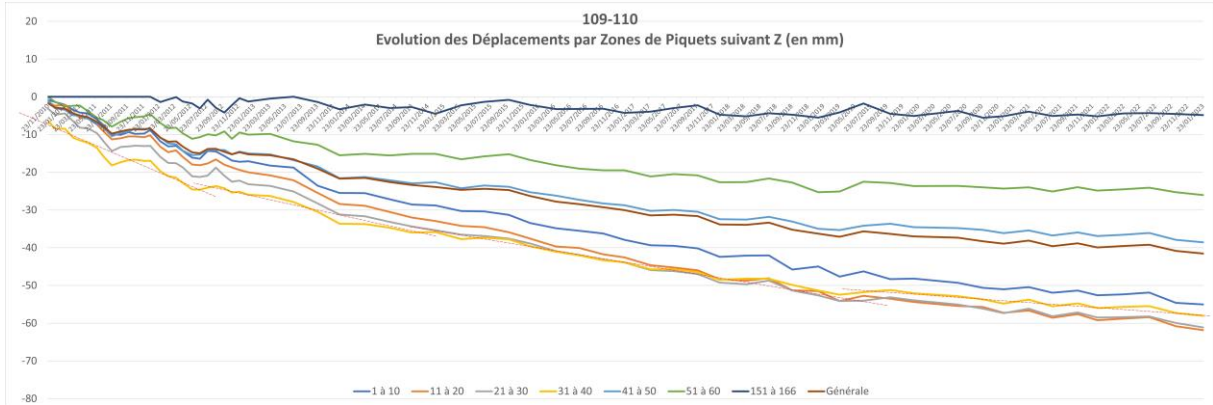


Figure 3-20 Talus 109/110est - Suivi altimétrique des piquets

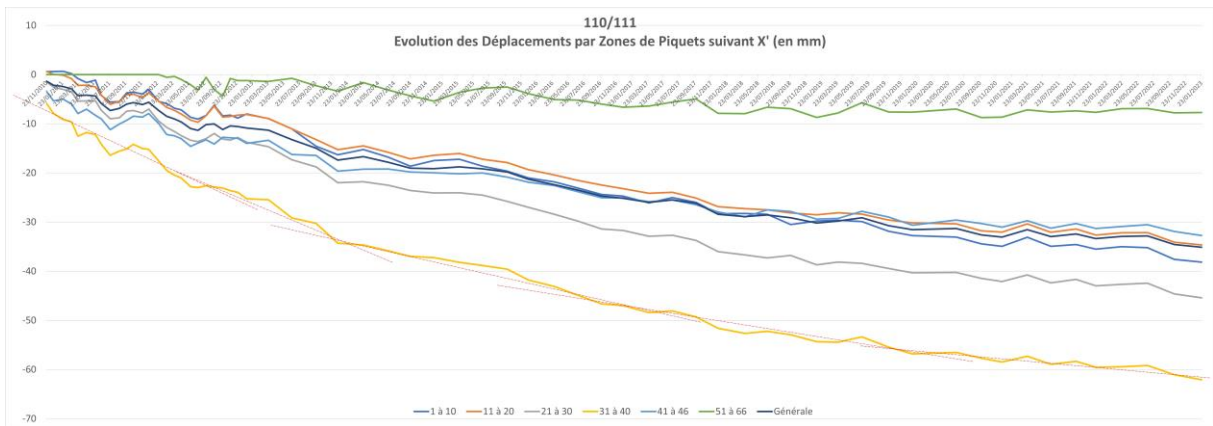


Figure 3-21 Talus 110/111est - Suivi altimétrique des piquets

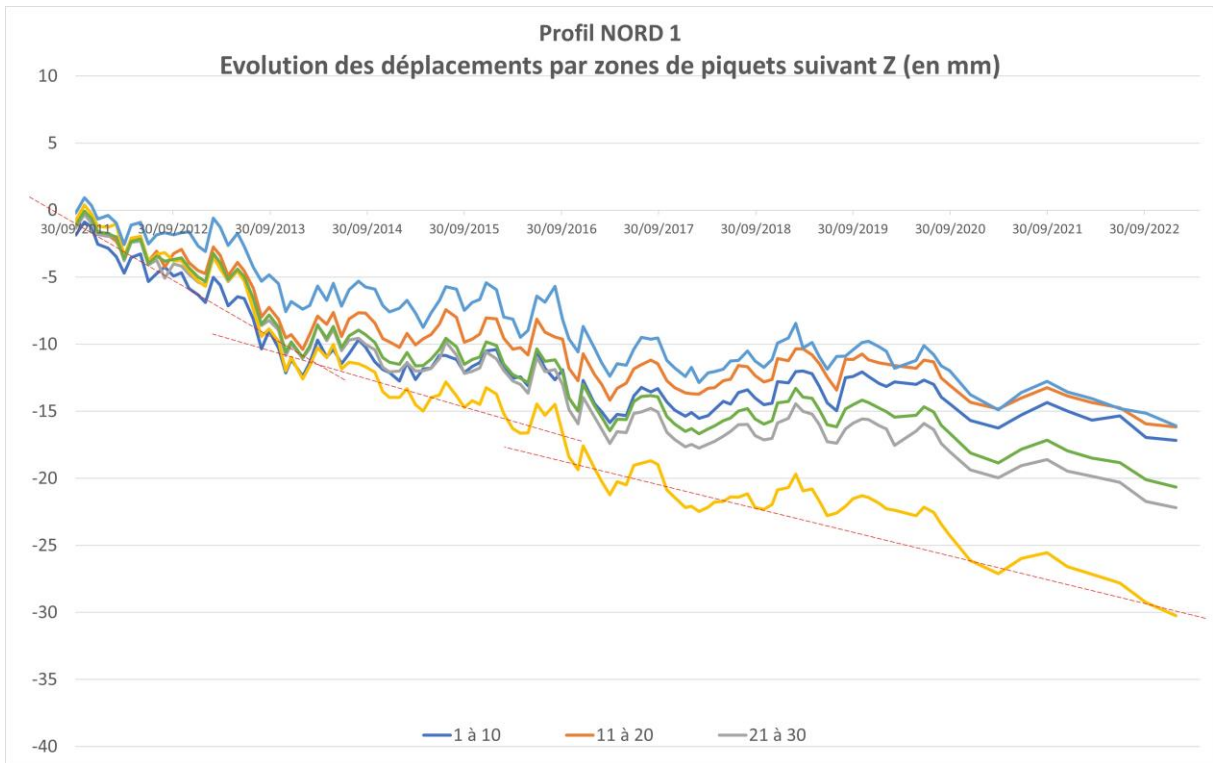


Figure 3-22 Talus nord - Suivi altimétrique des piquets



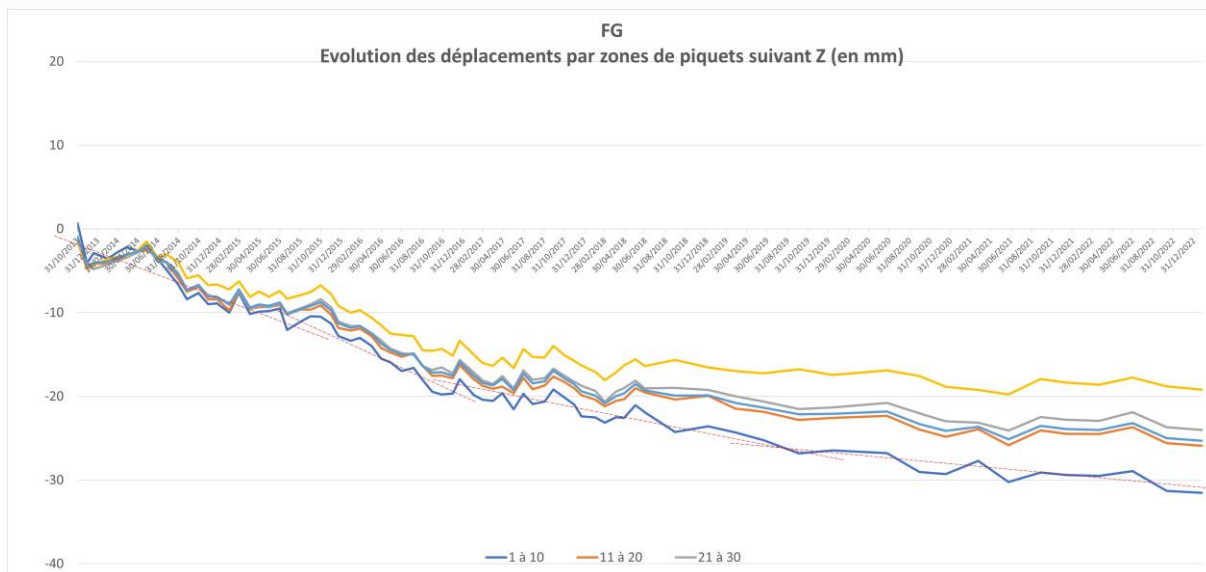


Figure 3-23 Talus 112b (F/G) - Suivi altimétrique des piquets

### 3.1.4 Maintenance et contrôles : inspection visuelle de la couverture

La campagne d'inspection visuelle de la couverture menée fin juillet 2022 sur les crêtes de talus a conduit à l'identification de désordres présentés sur la carte ci-après (cf. Figure 3-24). Des traitements ont été réalisés en octobre 2022 afin de vérifier la nature et la profondeur à laquelle les fissures se propagent.

L'ensemble des désordres observés puis anotés sur la carte sont superficiels et restent dans la terre végétale.



## 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 comme l'année dernière (entre 0 mm et 10 mm) ;
- sur le panneau 102-est réparé en octobre 2009, les tassements se poursuivent lentement à une vitesse de l'ordre de 0 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 à 3 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 à 10 mm/an ; en 2022, les piquets les plus influencés se sont tassés de 6 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 de la couverture, la méthode d'analyse des mouvements de piquets a été modifiée à partir de 2018 afin d'avoir une meilleure précision pour ces mouvements très faibles.

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.



# La surveillance des réseaux et des rejets du Centre de stockage de la Manche

<i>4.1 Introduction</i>	70
<i>4.2 La pluviométrie</i>	70
<i>4.3 Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau</i>	73
<i>4.4 Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)</i>	92
<i>4.5 Suivi qualitatif du réseau des « effluents à risques » (BDS)</i>	97
<i>4.6 Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)</i>	105
<i>4.7 Suivi qualitatif du réseau de drainage profond (RD) et l'exutoire RD12</i>	106
<i>4.8 Suivi qualitatif des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)</i>	109
<i>4.9 Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires</i>	115

## 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 contrôler 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 prélèvements représentatifs des rejets. 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 2022 sont présentés dans l'annexe 9.8.

## 4.2 La pluviométrie

### 4.2.1 Suivi des précipitations

La pluviométrie est enregistrée quotidiennement au niveau de la station atmosphérique. Le point de prélèvement est appelé **PH1**. Ce suivi permet, entre autres, l'interprétation des évolutions des volumes collectés *via* les différents réseaux du Centre.

La moyenne annuelle du cumul des précipitations pour la période 1994-2022 est de 1 114 mm. Généralement, la saison pluvieuse se situe d'octobre à janvier, décembre étant en moyenne le mois le plus pluvieux. En 2022, la pluviométrie cumulée annuelle est de 1 179 mm, soit +6 % par rapport à la moyenne historique pour la période 1994-2022. La répartition saisonnière des pluies est cohérente avec celle observée habituellement avec toutefois des mois de janvier et juillet beaucoup moins pluvieux (respectivement -48 % et -90 %) et des mois de fin d'année (septembre, novembre et décembre) excédentaires (respectivement +77 %, +87 % et +55 %) (cf. Figure 4-1).

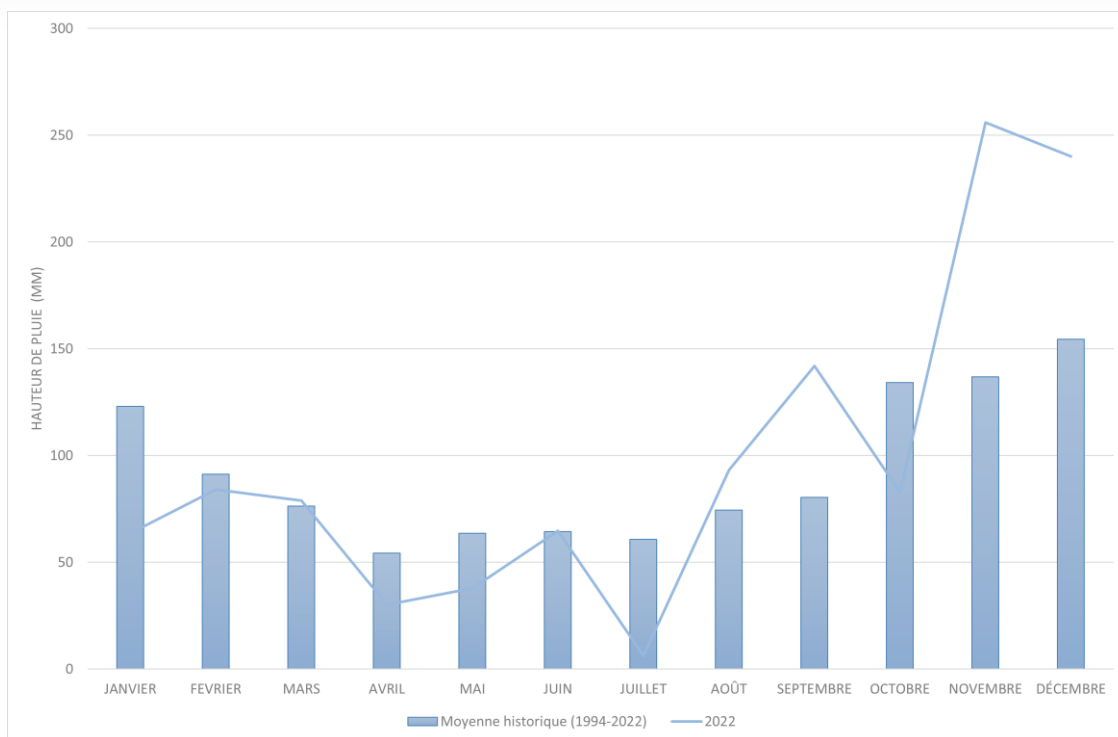


Figure 4-1 Hauteurs moyennes mensuelles sur la période 1994-2022 comparées à la pluviométrie de 2022 (pluviomètre PH1)

#### 4.2.2 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 (cf. § 5.4), 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. § 4.4.2) vers laquelle sont dirigées les eaux de ruissellement du Centre.

Les analyses radiologiques sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des précipitations hebdomadaires et mensuelles. Le détail des résultats est donné en annexe dans le tableau 9-9 et dans le tableau 9-10. Les résultats sur ces deux fréquences de prélèvement sont similaires.

En 2022, 43 prélèvements hebdomadaires ont pu être réalisés. Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le tableau 4-1.

Tableau 4-1 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle PH1

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	4,2	110	≤1,9
Indice alpha global (Bq/L)	≤0,018	0,15	≤0,014
Indice bêta global (Bq/L)	0,077	0,57	≤0,036
Potassium (mg/L)	0,78	7,0	≤0,15

Les concentrations volumiques en tritium sont variables ; les résultats d'analyses significatifs sont en lien avec les activités industrielles d'Orano Recyclage La Hague<sup>1</sup>. Elles sont cohérentes avec les mesures des années précédentes (9,3 Bq/L en moyenne sur les dix dernières années). Il est à noter une valeur élevée mesurée (110 Bq/L) la semaine du 24 au 31 janvier 2022, cohérente avec le fonctionnement classique de l'usine d'Orano Recyclage La Hague et concomitant avec un vent d'ouest et des précipitations. Cette valeur a été confirmée par une deuxième mesure indépendante de la première.

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 0,015 Bq/L. Ils sont en moyenne équivalents à ceux des années précédentes avec toutefois trois valeurs plus élevées (supérieures à 0,1 Bq/L) qui apparaissent lors d'épisodes pluvieux consécutifs à des périodes de sécheresse où l'atmosphère est particulièrement chargée en aérosols solides qui est lessivée par les eaux météoriques.

Les activités significatives en bêta global varient de 0,040 Bq/L à 0,57 Bq/L. Elles sont en moyenne équivalentes à celles des années précédentes avec toutefois trois valeurs plus élevées (supérieures à 0,3 Bq/L) qui apparaissent lors d'épisodes pluvieux consécutifs à des périodes telles qu'identifiées ci-avant

La teneur moyenne en potassium est de 0,80 mg/L contribuant *via* le <sup>40</sup>K<sup>2</sup> à l'activité volumique bêta global à hauteur d'environ 0,022 Bq/L, soit environ 30 % de l'activité bêta globale moyenne. Les concentrations volumiques du potassium les plus élevées correspondent également aux valeurs les plus élevées mesurées en alpha et bêta global pour l'année 2022.

#### 4.2.3 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 9-11. 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 9-9 montrent que les pluies collectées sont acides à neutres (pH compris entre 4,3 et 7,7). Ces valeurs sont cohérentes avec la présence importante dans les pluies de chlorures, nitrates et sulfates (cf. Tableau 9-11).

<sup>1</sup> 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 (27).

<sup>2</sup> Le <sup>40</sup>K 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.



En plus des éléments majeurs systématiquement mesurés dans l'eau de pluie, certains métaux sont également détectés en 2022 : l'aluminium (30 µg/L en moyenne), le bore (9 µg/L en moyenne), le cuivre (12 µg/L en moyenne), le fer (24 µg/L en moyenne), le manganèse (3 µg/L en moyenne), le nickel (2 µg/L en moyenne), le plomb (1 µg/L en moyenne) et le zinc (12 µg/L en moyenne). Ces concentrations mesurées de façon récurrente dans les eaux de pluie ne montrent pas d'évolution significative sur l'année 2022.

#### 4.2.4 Conclusion

L'année 2022 fait partie des années relativement pluvieuses. Elle est excédentaire de 6 % par rapport à la moyenne mesurée entre 1994 et 2022. Elle est caractérisée par un printemps et un été peu pluvieux (particulièrement en avril et juillet) et de fortes précipitations en fin d'année.

La concentration des éléments radiologiques et physico-chimiques est stable par rapport aux années précédentes.

### 4.3 Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau

#### 4.3.1 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. § 4.2).

Les principaux points de prélèvement sur les différents réseaux du CSM sont illustrés dans la figure 4-2.

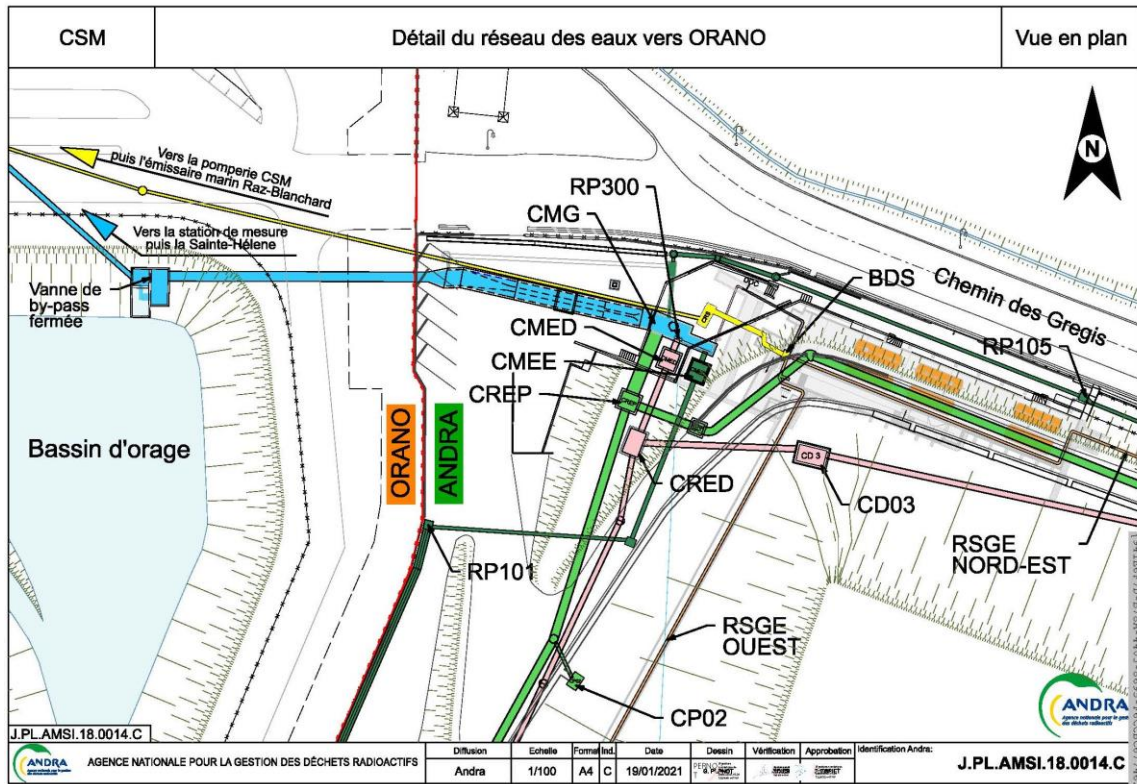


Figure 4-2

Schéma des principaux points de surveillance des réseaux du CSM

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

Le bilan 2022 des volumes mesurés aux exutoires du CSM est présenté dans le tableau 4-2. 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 4-2 Bilan des volumes collectés aux deux exutoires du CSM et comparaison à la pluviométrie depuis 2013

Année	Pluviométrie (m <sup>3</sup> )	CMG (m <sup>3</sup> )	BDS (m <sup>3</sup> )	CMG + BDS (m <sup>3</sup> )	Rendement de récupération des eaux de pluie
2013	166 665	35 304	39 850	75 154	45 %
2014	208 290	37 512	57 539	95 051	46 %
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 %
2021	176 340	31 952	41 895	73 848	42 %
2022	176 910	32 349	44 684	77 033	44 %

En 2022, 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 44 %. 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 32 349 m<sup>3</sup> en 2022 et représente 18,3 % 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 2022 est de 462 238 m<sup>3</sup> (données Orano Recyclage - Tableau 9-59). Ainsi, en 2022, les eaux issues du CSM représentent 7,0 % du volume total rejeté dans la Sainte-Hélène. Il est conforme à la contribution du CSM généralement constatée (de 4 % à 10 %).

La répartition, depuis 2013, des volumes des réseaux secondaires alimentant la CMG et le BDS est donnée dans le tableau 4-3. La figure 4-3 présente la répartition des volumes collectés dans les différents réseaux pour 2022.

Tableau 4-3 Répartition des volumes des différents réseaux alimentant la CMG et le BDS depuis 2013

Année	CMED (m <sup>3</sup> )	DDC (m <sup>3</sup> )	Surverse (m <sup>3</sup> )	RD12 (m <sup>3</sup> )	BRSO (RSGE) (m <sup>3</sup> )	BRSObis (RSGEbis) (m <sup>3</sup> )	Consommation d'eau du bâtiment des bassins (m <sup>3</sup> )
2013	39 931	37 735	2 194	3 386	13	436	213
2014	55 625	51 760	2 102	4 648	11	503	303
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
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

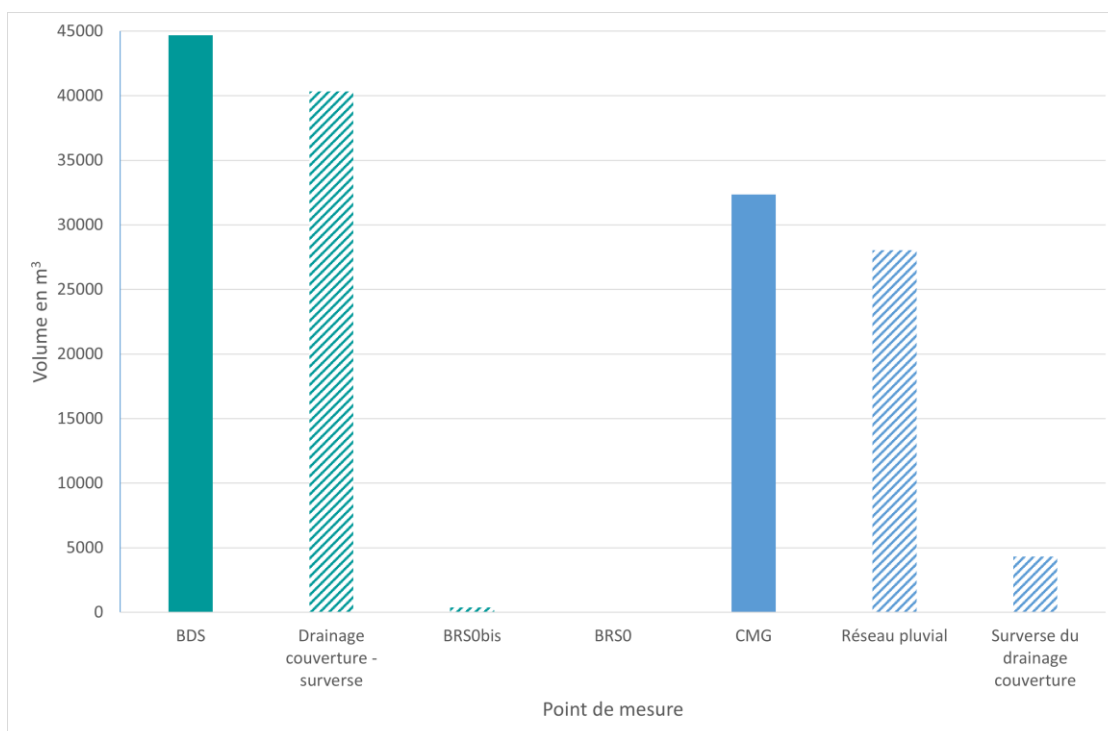


Figure 4-3 Répartition des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG

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 :

$$\text{Equation 1 : } VBDS = VCMED\text{-surverse} + VRD12 + VBRS0 + VBRS0bis + \text{eaux usées}$$

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 < 0,8 %). 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 91 % du volume total. Ce réseau, collecté via la CMED, draine les 12 ha de la couverture. Environ 90 % des eaux de ce réseau sont orientées vers le BDS. Les 10 % restants correspondent aux volumes correspondant à un débit supérieur à 30 m<sup>3</sup>/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 4.3.6.

En 2022, le volume de la surverse contribue à hauteur de 13 % au volume de la CMG. Cette valeur, parmi les plus élevées depuis 2000, est cohérente avec les pluies intenses qui ont eu lieu au cours de l'année et en particulier en fin d'année (cf. Figure 4-1).

La contribution du réseau de drainage profond (point de mesure RD12) représente environ 7 % du volume rejeté au BDS. Le ratio de ce réseau par rapport à la pluviométrie du Centre est donné dans le tableau 4-4. Ce ratio varie entre 0,9 % et 2,29 % ces dernières années ; il est de 1,75 % en 2022.

Tableau 4-4 Comparaison des volumes du RD12 à la pluviométrie depuis 2013

Année	Volume pluie (m <sup>3</sup> )	Volume RD12 (m <sup>3</sup> )	Ratio volume RD12 sur volume pluie (m <sup>3</sup> )
2013	166 665	3 386	2,03 %
2014	208 290	4 648	2,23 %
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 %

La contribution des réseaux séparatifs gravitaires enterrés (BRS0 et BRS0bis) représente 0,9 % du volume total du BDS (388 m<sup>3</sup> pour un volume total au BDS de 44 684 m<sup>3</sup> en 2022). La contribution de ces deux réseaux au BDS est essentiellement due aux volumes récupérés via le RSGEbis (environ 98 %). (cf. § 4.3.3)

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 2022 est proche de la consommation moyenne annuelle des 10 dernières années (289 m<sup>3</sup>) et traduit bien les activités habituelles du Centre.

#### 4.3.3 Bilan des volumes récupérés *via* les RSGE (BRSO et BRSOBIS)

En 2022, les volumes récupérés au BRSO restent faibles (8,15 m<sup>3</sup>). Le volume d'effluent récupéré au BRSOBis est équivalent à celui de l'année dernière et cohérent avec la pluviométrie de l'année 2022.

Les volumes d'effluents provenant des RSGE ne représentent que 0,23 % de la pluviométrie (cf. Tableau 4-5) soit 3,36 L/m<sup>2</sup>/an. Ce ratio est sensiblement constant depuis 2012 et montre la bonne performance d'étanchéité de la couverture.

Tableau 4-5 Comparaison des volumes du BRSO et du BRSOBis à la pluviométrie depuis 2013

Année	Volume pluie (m <sup>3</sup> )	Volume BRSO (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{BRSO}}/V_{\text{pluie}}$ (%)	Volume BRSOBis (m <sup>3</sup> )	Volume BRSO+BRSOBis (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{BRSO+BRSOBis}}/V_{\text{pluie}}$ (%)
2013	166 665	13,10	0,008 %	436,25	449,35	0,27 %
2014	208 290	10,85	0,005 %	502,90	513,75	0,25 %
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 %

Le RSGEbis est parasité par des infiltrations directes et rapides d'eau de pluie. Cette hypothèse est confirmée par la corrélation entre la pluviométrie et les volumes d'eau recueillis au BRSOBis (Figure 4-4).

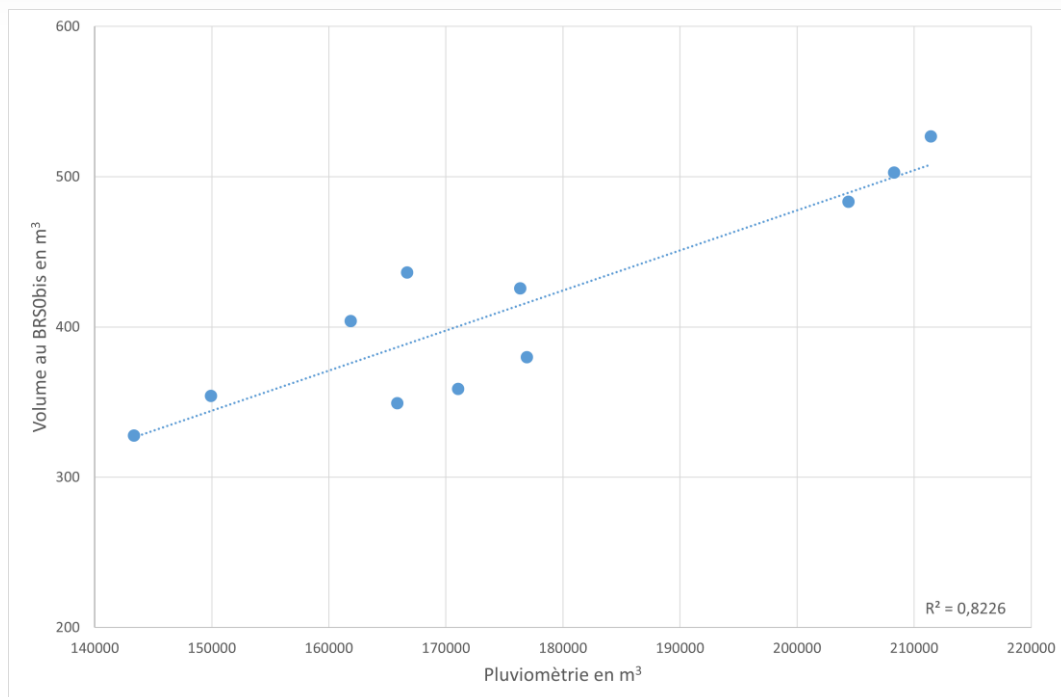


Figure 4-4 *Corrélation entre les volumes mesurés au BRS0bis et la pluviométrie associée depuis 2012*

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 2022, 23 transferts d'effluents du BRS0bis ont eu lieu de façon concertée avec Orano, pour un volume rejeté moyen de 17 m<sup>3</sup> par vidange (Tableau 4-6).

Tableau 4-6 *Bilan 2022 des volumes transférés à Orano en provenance du BRS0bis*

Date de vidange	Volume évacué (m <sup>3</sup> )	Date de vidange	Volume évacué (m <sup>3</sup> )
05-janv-22	13,80	08-juil-22	14,60
11-janv-22	16,50	06-sept-22	15,00
19-janv-22	13,10	05-oct-22	18,00
02-févr-22	12,90	25-oct-22	24,20
15-févr-22	14,90	09-nov-22	36,50
22-févr-22	14,90	18-nov-22	17,50
04-mars-22	17,65	24-nov-22	16,70
11-mars-22	10,50	30-nov-22	19,40
24-mars-22	12,60	09-déc-22	14,20
08-avr-22	9,65	16-déc-22	12,00
21-avr-22	10,00	27-déc-22	33,10
25-mai-22	12,20		
<b>Total annuel</b>		<b>379,90</b>	

#### 4.3.4 Suivi des écoulements dans les BRS raccordés au RSGE

##### 4.3.4.1 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 (28).

Conformément au PRS (10), 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 (29). 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 (Figure 1-6) :

- 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, des mesures ponctuelles de débits sont réalisées chaque semaine.

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

Les débits mesurés aux principaux BRS situés dans la galerie ouest et la galerie centrale lors des campagnes trimestrielles (mars, juin, septembre et décembre) et lors de la campagne annuelle (octobre) sont présentés dans le tableau 4-7. Ce tableau précise également la moyenne des débits calculée sur les cinq mesures effectuées en 2022.

Tableau 4-7 Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries ouest et centrale

BRS des galeries Ouest et centrale	mars-22 mL/min	juin-22 mL/min	sept-22 mL/min	oct-22 mL/min	déc-22 mL/min	Moyenne des débits mL/min
136	0,30	0,20	0,23	0,27	0,51	0,30
27	0,93	1,07	1,08	0,96	0,91	0,99
141	0,00	0,06	0,15	0,08	0,04	0,07
34	0,70	0,88	0,82	0,84	0,70	0,79
145	0,07	0,08	0,20	0,12	0,08	0,11
41	8,70	2,13	2,19	2,26	2,20	3,50
139	0,38	0,37	0,45	0,46	0,39	0,41
137	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
109	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,02
144	0,67	0,74	0,74	0,51	0,55	0,64
143	0,00	0,04	0,13	0,03	0,05	0,05
22	0,21	0,91	0,03	0,00	0,05	0,24
71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
108	0,29	0,10	0,10	0,30	1,07	0,37
110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,02	0,00	0,18	0,24	0,02	0,09
159	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
19	0,09	0,04	0,04	0,25	0,03	0,09
47	0,00	0,00	0,06	0,01	0,02	0,02
158	0,00	0,00	0,08	0,05	0,03	0,03
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
160	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01
142	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
154	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02
101	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01
7	0,02	0,02	0,00	0,00	0,05	0,02
9	0,07	0,00	0,00	0,00	0,20	0,05
155	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
45	0,02	0,03	0,03	0,00	0,02	0,02
138	0,28	0,03	0,00	0,00	0,75	0,21
156	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
82	0,80	0,72	0,85	0,58	0,51	0,69
81	0,71	0,61	0,55	0,62	0,47	0,59
88	0,33	0,43	0,56	0,35	0,21	0,38
33	0,15	0,08	0,10	0,08	0,16	0,11
38	0,50	0,37	0,28	0,35	0,61	0,42
107	0,26	0,29	0,32	0,33	0,28	0,30
49	0,14	0,01	0,00	0,00	0,11	0,05
87	0,41	0,01	0,53	0,50	0,33	0,36
48	0,48	0,51	0,66	0,44	0,04	0,43
105	0,01	0,02	0,04	0,02	0,00	0,02
78	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
106	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38 bis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
32	0,01	0,03	0,04	0,01	0,00	0,02
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,02
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

écoulement > 1 mL/min

écoulement compris entre 0,1 et 1 mL/min

écoulement < 0,1 mL/min



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

- 40 BRS contribuent aux écoulements mesurés à l'exutoire BRS-OU. Sur ces 40 BRS, 39 présentent des écoulements faibles de moins de 1 mL/min dont 24 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 2022 de 3,5 mL/min ; cette valeur est légèrement plus faible que la moyenne des débits constatés sur ce BRS les années précédentes (5,84 mL/min). Il est à noter que ce BRS présente des écoulements toute l'année ;
- le BRS027 présente des écoulements proches de 1 mL/min.

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-OU sont présentées au tableau 9-36. 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 12 mL/min en 2022 pour une moyenne annuelle de 20 mL/min au BRS-OU (cf. Tableau 9-36). Cet écart est dû à la différence 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 2022, le débit annuel moyen au point BRS-OU est identique à celui de 2021 et proche de celui de 2020, (20 mL/min en 2021 et 23 mL/min en 2020). 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 10 et 37,6 mL/min).

#### 4.3.4.3 Suivi des écoulements au BRS Est (BRS-ES)

Le tableau 4-8 présente les débits mesurés aux principaux BRS situés dans la galerie est et la galerie sud lors des campagnes trimestrielles (mars, juin, septembre et décembre) et lors de la campagne annuelle (octobre). Ce tableau précise également la moyenne des débits calculée sur les cinq mesures effectuées en 2022.

Tableau 4-8 Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries est et sud

BRS des galeries est et sud	mars-22 mL/min	juin-22 mL/min	sept-22 mL/min	oct-22 mL/min	déc-22 mL/min	Moyenne des débits mL/min
126	0,37	0,38	0,43	0,48	0,37	0,41
123	0,63	0,66	0,60	0,62	0,48	0,60
124	0,25	0,28	0,19	0,15	0,29	0,23
122	0,07	0,19	0,19	0,21	0,08	0,15
120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
121	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
125	0,05	0,22	0,09	0,00	0,00	0,07
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,03
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,03
102	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
5	0,06	0,01	0,09	0,00	0,06	0,04
119	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
131	0,15	0,09	0,13	0,17	0,16	0,14
117	0,05	0,00	0,00	0,00	0,15	0,04
128	0,20	0,03	0,00	0,00	0,80	0,21
130	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03
132	0,07	0,06	0,12	0,12	0,08	0,09
111	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
112	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
113	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
129	0,07	0,06	0,10	0,09	0,08	0,08
153	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,02
151	1,30	0,10	0,07	0,04	0,00	0,30

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 :

- 17 BRS contribuent aux écoulements mesurés à l'exutoire BRS-ES ;
- comme les années précédentes, aucun écoulement moyen supérieur à 1 mL/min n'a été mesuré ;
- le BRS151 présente des débits qui, ponctuellement, dépassent les 1 mL/min.

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-ES sont présentés dans le Tableau 9-39. 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 2,5 mL/min en 2022 pour une moyenne annuelle de 2,6 mL/min au BRS-ES (cf. Tableau 9-39).

En 2022, le débit annuel moyen au point BRS-ES est en légère diminution par rapport à 2021, respectivement 2,6 mL/min et 3,7 mL/min. Les valeurs de débit mesurés au BRS-ES sont cohérentes avec la pluviométrie constatée cette année.

#### 4.3.4.4 Conclusion

Les débits mesurés sur les BRS en 2022 présentent peu d'évolution par rapport aux années précédentes.

Les principaux BRS raccordés au RSGE montrant un débit supérieur ou proche de 1 mL/min sont, comme les années précédentes, le BRS027 et le BRS041, situés au niveau de la tranche 2 dans la galerie ouest. Les écoulements au BRS022 sont légèrement plus faibles cette année et inférieurs à 1 mL/min.

Les débits aux exutoires BRS-OU et BRS-ES demeurent stables, respectivement 20 mL/min et 2,6 mL/min. La proportion de la contribution de chacun de ces exutoires au BRS0 reste relativement constante (cf. Tableau 4-9) ce qui traduit une stabilité des écoulements des différents réseaux.

Tableau 4-9 Répartition des contributions du BRS-OU et du BRS-ES au BRS0

	Débit moyen annuel (mL/min)	Répartition (%)
BRS-OU	20	88
BRS-ES	2,6	12
<b>Total</b>	<b>22,6</b>	<b>100</b>

#### 4.3.5 Suivi des écoulements des BRS parasités par des infiltrations en bordure et raccordés au BRSOBIS

##### 4.3.5.1 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).

##### 4.3.5.2 Écoulements au BRS002

Sur la base des différents essais entrepris ces dernières années (cf. § 4.2.5.4 du bilan annuel 2017 (30), les écoulements observés au BRS002 sont liés à la pluviométrie et aux volumes collectés par le drainage de la couverture (CMED). La comparaison entre les écoulements de la CMED avec ceux mesurés au BRS002 montre des évolutions similaires entre les deux points de mesures (cf. Figure 4-5). En période de fortes pluies, les volumes augmentant à la fois à la CMED et au BRS002 et dans les deux cas sont moindres en période sèche.

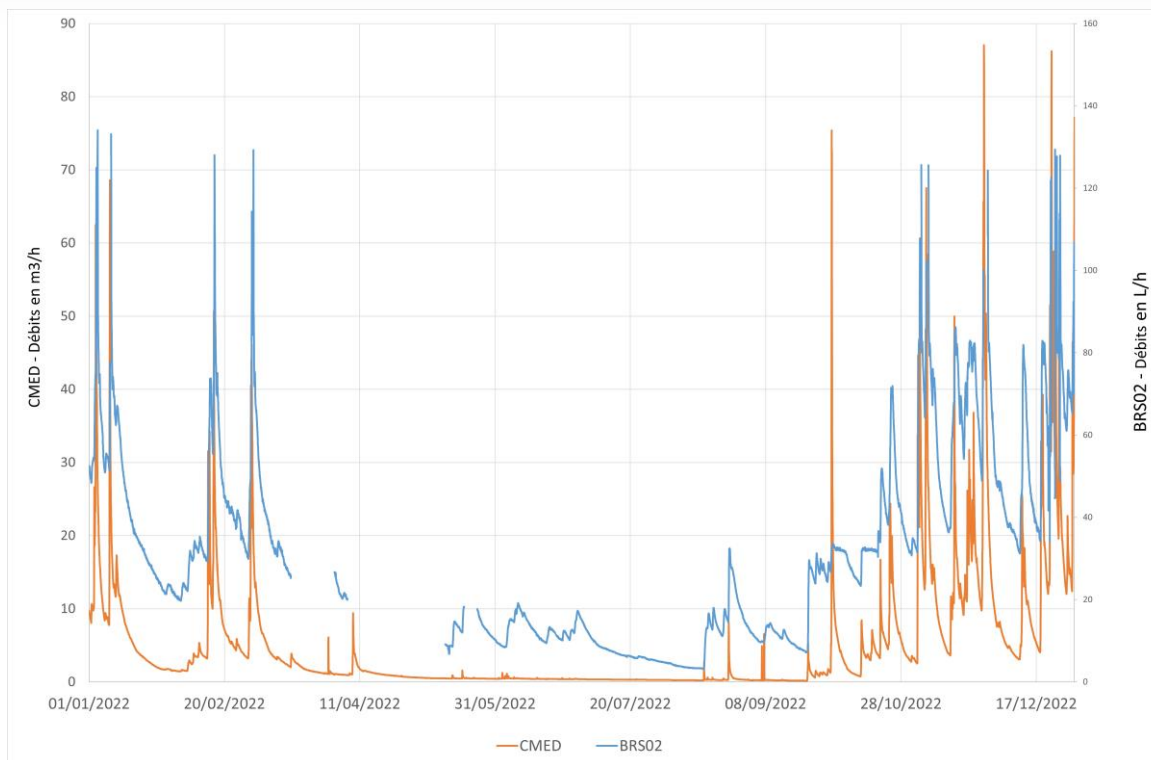


Figure 4-5 Comparaison des écoulements au BRS002 et à la CMED en 2022

Comme les années précédentes, le BRS002 est le plus grand contributeur aux effluents du BRS0bis. Cette année, les enregistrements donnent un volume total d'environ 223 m<sup>3</sup> ; toutefois, il a été constaté quelques défauts de fonctionnement de l'auge basculeur qui ont conduit à écarter des périodes d'enregistrements (en mars/avril/mai) et sous-estiment un peu le volume total annuel écoulé car ces lacunes d'enregistrements se trouvent en dehors des périodes très pluvieuses. Cet appareil a été réparé et depuis les enregistrements fonctionnent correctement.

#### 4.3.5.3 Écoulements au BRS114

Depuis 2015 et suite aux travaux réalisés en 2014 et en 2016 (étanchéification des caniveaux pluviaux de la route périphérique), aucun débit n'est 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.

Ces réparations n'étant pas pour autant pérennes, le raccordement du BRS114 au BRS0bis est conservé.

#### 4.3.5.4 Écoulements au BRS149

Les écoulements du BRS149 ne réagissent pas directement aux pluies (pics en réaction rapide à la pluie + courbe de tarissement) comme le BRS002, mais affichent des variations lentes des débits : en hiver, les débits horaires montent jusqu'à 6 L/h (contre 10 L/h en 2021), puis à partir de mi-février, on observe un tarissement lent et continu pour se tarir complètement début juillet. Ensuite, fin octobre, les pluies font augmenter indirectement le débit du BRS149 pour atteindre des valeurs de 4 L/h à 6 L/h.



Figure 4-6 BRS149 - Écoulements en 2022

#### 4.3.5.5 Conclusion

Comme les années précédentes, le principal BRS contributeur des volumes relevés au BRS0bis est le BRS002. Aucun écoulement n'a été mesuré au BRS114 suite aux travaux d'étanchéification des caniveaux de voirie réalisés en 2014 et 2016.

#### 4.3.6 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 ».

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

Le tableau 4-10 présente les volumes récupérés par l'ensemble des drains sous-membrane depuis 2013.

En 2022, le cumul des volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane est de 26,8 m<sup>3</sup>. Ce volume représente 0,019 % de la pluviométrie et correspond à une hauteur d'eau équivalente de 0,22 mm (ou 0,22 L/m<sup>2</sup>/an). Ce volume est légèrement inférieur à la moyenne des 10 dernières années et identique à celui de l'année dernière avec une pluviométrie équivalente celle de 2021.

Tableau 4-10 Évolution des volumes d'eaux recueillis par les drains sous-membrane de 2013 à 2022

Année	Pluviométrie en mm	Pluviométrie en m <sup>3</sup> sur 12 ha	Volume annuel total des drains sous membranes en m <sup>3</sup>	Ratio vol-drains /vol-pluie
2013	1 111	133 332	26,4	0,020 %
2014	1 389	166 632	58,5	0,035 %
2015	1 079	129 480	38,9	0,030 %
2016	956	114 660	33,0	0,029 %
2017	1 140	136 812	43,0	0,031 %
2018	1 000	119 940	31,7	0,026 %
2019	1 106	132 660	34,8	0,026 %
2020	1 363	163 500	30,5	0,019 %
2021	1 176	141 120	27,3	0,019 %
2022	1 179	141 480	26,8	0,019 %
<b>Moyenne</b>	<b>1 150</b>	<b>137 962</b>	<b>35,1</b>	<b>0,025 %</b>

Tableau 4-11 Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane présentant des écoulements entre 2013 et en 2022

N° Chambre de Drainage	N° des drains présentant un écoulement	Localisation du drain sous membrane	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
			litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres
CD14	150BO110	pieds de talus 110 O	3 313	4 317	18 669	17 157	25 516	15 946	14 479	9 846	13 763	13 239
CD14	150BO111	pieds de talus 111 O	425	995	807	1 002	270	1	1	1	1	
CD4	150BE100	pieds de talus 100 E	-	-	-	-	-	-	-	788	2 280	157
CD4	150BE101	pieds de talus 101 E	767	352	205	450	367	130	1	1	107	1 015
CD5	150HE 102/103	toit du talus 102 E	1 584	1 592	149	340	-	-	0	1	65	178
CD6	150BE104	pieds de talus 104 E	107	67	9	7	32	57	42	49	107	247
CD9	150BO111	pieds de talus 111 E	299	47	179	94	4	46	511	305	316	255
CD10	150BE112	pieds de talus 112 E	1 229	1 790	710	371	441	107	232	202	204	493
CD11	150BE112bis	pieds de talus 112 bis	12 594	41 234	16 242	12 064	15 684	14 967	19 176	18 885	9 874	10 053
CD11	150BE113	pieds de talus 113 E	4 714	8 133	1 877	1 464	684	477	319	377	502	402
CD 23	150BE116	toit et talus 116E									28	716
<b>Volume annuel des drains ayant un débit important</b>			25 033	58 528	38 848	32 949	42 999	31 731	34 762	30 456	27 248	26 755
<b>Volume annuel de tous les drains</b>			26 426	58 772	38 849	32 964	43 019	31 741	34 763	30 462	27 282	26 780

En 2022, le débit de la plupart des drains est similaire à 2021 (cf. Tableau 4-11). Ainsi :

- le drain D14/P110 avec 13 239 L est identique à 2021 et proche des valeurs mesurées en 2018 et 2019 ;
- la chambre de drainage CD11 est également très similaire à 2021 (environ 10 000 L) ;
- les drains des chambres de drainage CD4, CD5 et CD6 affichent cette année encore des volumes notables de quelques centaines de litres comme en 2021. Le drain de la chambre CD23 a également enregistré cette année environ 700L.

À noter toutefois que les volumes des deux drains situés dans la chambre de drainage 11 (CD11) et dans la chambre de drainage 14 (CD14) représentent, cette année encore, la majeure partie des écoulements avec 23 292 L. Cela correspond à 87 % du volume total recueilli par les drains sous membrane. Les volumes mesurés sur les autres drains sous membrane sont de l'ordre de 3 488 L.

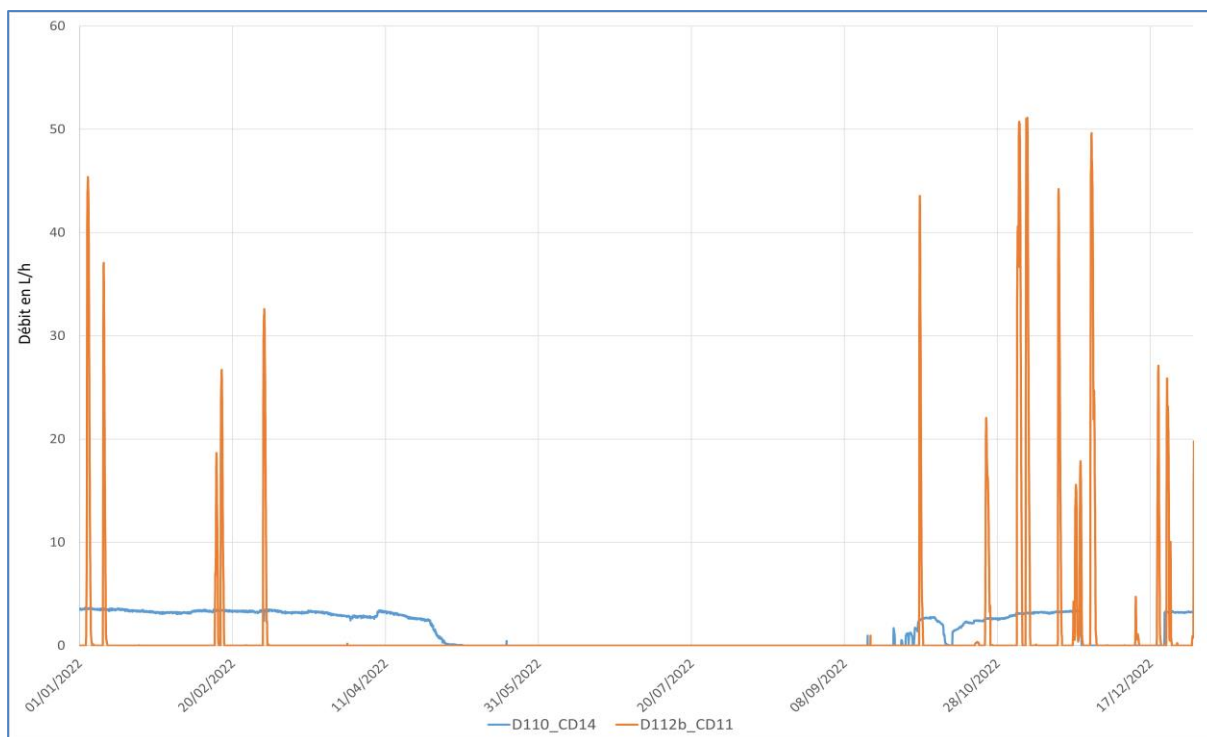


Figure 4-7

Évolution des écoulements au cours de l'année 2022 des 2 drains sous-membrane dont les volume annuels sont les plus élevés : D11/P112b et D14/P110Ouest

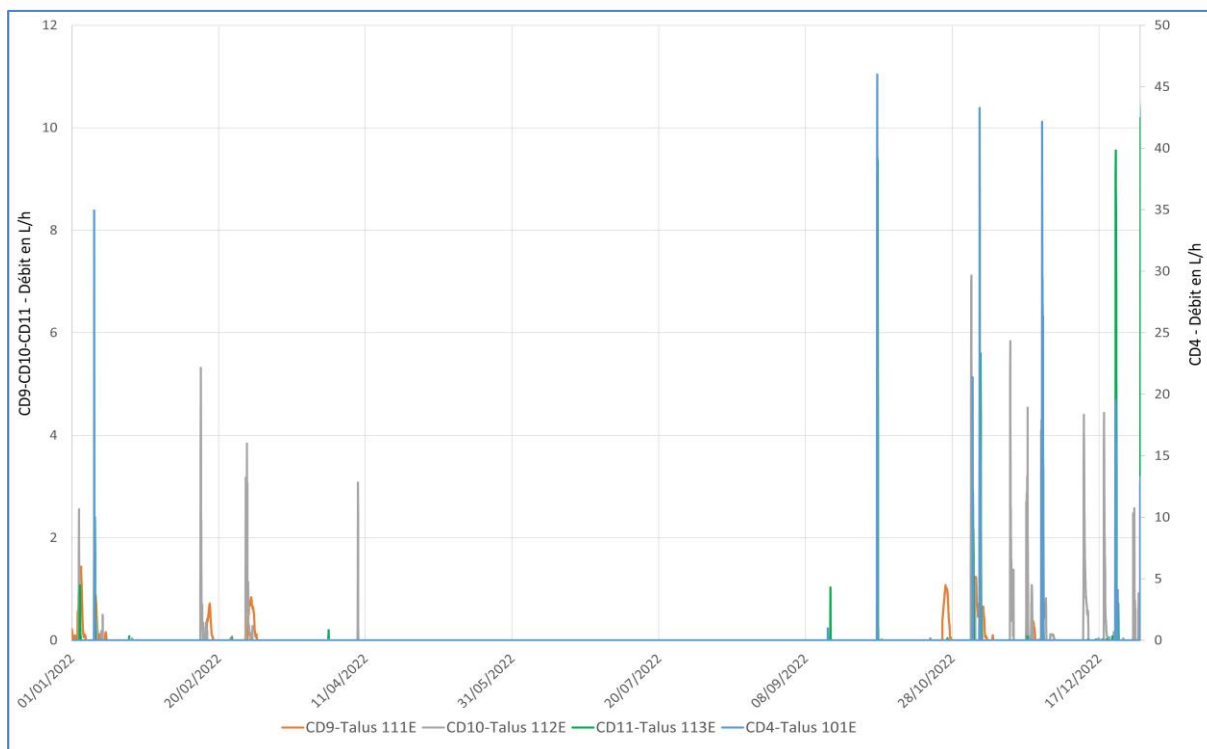


Figure 4-8 *Évolutions des écoulements au cours de l'année 2022 des 4 drains sous membrane dont les volumes annuels sont de quelques centaines de litres (CD4/P101E - CD9 P111E - CD10 P112E - CD11 P113)*

#### 4.3.6.2 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 2022, le ratio moyen annuel est de 0,05 % (cf. Tableau 4-12). Ce ratio est faible, identique à celui de 2018. Les très faibles ou absences de débits des drains sous membrane en été ont donné un ratio nul pendant les mois d'été de mai à août.

Tableau 4-12 Ratio du drainage sous membrane/drainage sur membrane de 2013 à 2022

MOIS	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
<b>2013</b>	0,02 %	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,09 %	0,14 %	0,16 %	0,17 %	0,04 %	0,05 %	0,09 %	0,12 %	<b>0,08 %</b>
<b>2014</b>	0,14 %	0,15 %	0,09 %	0,09 %	0,11 %	0,04 %	0,10 %	0,04 %	0,02 %	0,08 %	0,08 %	0,06 %	<b>0,08 %</b>
<b>2015</b>	0,08 %	0,12 %	0,09 %	0,14 %	0,45 %	0,57 %	0,26 %	0,10 %	0,13 %	0,27 %	0,09 %	0,07 %	<b>0,20 %</b>
<b>2016</b>	0,08 %	0,09 %	0,10 %	0,22 %	0,54 %	0,16 %	0,20 %	0,27 %	0,17 %	0,00 %	0,06 %	0,06 %	<b>0,16 %</b>
<b>2017</b>	0,11 %	0,11 %	0,09 %	0,38 %	0,22 %	0,42 %	0,06 %	0,13 %	0,16 %	0,08 %	0,14 %	0,10 %	<b>0,17 %</b>
<b>2018</b>	0,08 %	0,07 %	0,09 %	0,09 %	0,14 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,07 %	0,07 %	<b>0,05 %</b>
<b>2019</b>	0,17 %	0,09 %	0,09 %	0,17 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,07 %	0,07 %	0,08 %	<b>0,06 %</b>
<b>2020</b>	0,08 %	0,06 %	0,03 %	0,11 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,07 %	0,06 %	0,04 %	<b>0,04 %</b>
<b>2021</b>	0,05 %	0,03 %	0,10 %	0,00 %	0,04 %	0,05 %	0,11 %	0,18 %	0,00 %	0,08 %	0,09 %	0,07 %	<b>0,07 %</b>
<b>2022</b>	0,07 %	0,07 %	0,09 %	0,21 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,07 %	0,06 %	0,02 %	<b>0,05 %</b>

#### 4.3.6.3 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 4-13.



Tableau 4-13 Périodes de SDI et valeur 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
<b>Moyenne</b>		<b>0,509</b>

Pour l'année 2021-2022, ce coefficient de restitution est de 0,514, très légèrement au-dessus de la valeur moyenne actualisée de 0,509. Cela correspond à environ la moitié (50 %) de la pluie en SDI recueillie sur la membrane. Ce ratio est du même ordre de grandeur que celui des années 2003/2004, et 2014/2015.

#### 4.3.7 Évaluation de la performance globale de la couverture

##### 4.3.7.1 Généralités

L'indicateur de performance globale de la couverture est calculé à partir de l'ensemble des données hydrologiques enregistrées en 2022. L'infiltration d'eau doit être inférieure à 5 litres d'eau par m<sup>2</sup> et par an comme défini dans les RGE (26). Ce critère permet de vérifier la bonne tenue de l'étanchéité de la couverture.

Il tient compte :

- des volumes collectés dans les drains sous-membrane (cf. § 4.3.6) ;
- des volumes collectés dans le RSGE (cf. 4.3.3) ;
- des volumes estimés s'infiltrant au travers du massif géologique (cf. 4.3.7.2).

##### 4.3.7.2 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 chapitre 9.9.

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 5-6 et figure 5-7). En 2022, 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 59 856 m<sup>3</sup> (donnée Orano Recyclage, tableau 9-43). L'activité volumique tritium moyenne mesurée au point de contrôle EEV-SE est de 32,3 Bq/L (moyenne pondérée par les volumes).

Calcul du tritium collecté au point EEV-SE en 2022 :  $(59\,856 \times 10^3 \times 32,3)/10^9 = 1,93$  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 :

$(1,93 \times 100) / 31 = 6,2$  GBq de tritium relâché au droit de la surface totale du stockage en 2022.

Avec : Surface TR3 = 34 010 m<sup>2</sup> ; surface TR2 = 50 210 m<sup>2</sup> ; surface TR1 = 26 350 m<sup>2</sup> ; 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 2022, le relâchement correspondant aux 8,15 m<sup>3</sup> mesurés au BRS0 est de 0,561 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 :

$(8,15 \text{ m}^3 / 0,561 \text{ GBq}) \times 6,2 \text{ GBq}$  soit 90,6 m<sup>3</sup> d'eau s'infiltrant sur la surface de 12 ha (120 000 m<sup>2</sup>) de la couverture, **le flux hydraulique est de 0,76 L/m<sup>2</sup>** par an qui s'infiltrerait vers le milieu géologique au droit du stockage.

#### 4.3.7.3 Calcul de la performance d'étanchéité de la couverture

Le tableau 4-14 précise les résultats obtenus en 2022.

Tableau 4-14 Contribution des différents apports aux infiltrations sous-membrane : calcul de performance 2022

	Volumes collectés (m <sup>3</sup> )	Flux annuels calculés sur les 12 ha de couverture (L/m <sup>2</sup> /an)
RSGE	8,15	0,07
Drains sous-membrane	26,8	0,22
Infiltration vers le massif géologique	90,6	0,76
<b>Total</b>	<b>125,55</b>	<b>1,05</b>

En 2022, sur la base des critères d'évaluation en vigueur et conformément aux RGE (26), la performance globale d'étanchéité de la couverture est de 1,05 L/m<sup>2</sup>/an (à comparer au critère de 5 L/m<sup>2</sup>/an), la majorité provenant de l'estimation du débit d'infiltration vers le massif géologique.

Notons que la méthode de calcul appliquée jusqu'en 2017, tenant compte des infiltrations parasites du RSGEbis (395,05 m<sup>3</sup> en 2022, cf. Tableau 4-5), aurait abouti à une valeur de 4,34 L/m<sup>2</sup>/an.

#### 4.3.8 Conclusion

Le bilan des volumes des différents réseaux du Centre ne montre pas d'anomalie. Le niveau des écoulements et des différentes contributions reste stable par rapport aux années précédentes.

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, tandis que le BRS0bis est lui réactif à la pluviométrie.

Comme les années précédentes, les drains sous-membrane des CD11 et CD14 présentent des écoulements importants. Les écoulements dans les autres drains sont faibles voire inexistantes.

Le critère de performance d'étanchéité de la couverture reste très satisfaisant (**1,05 L/m<sup>2</sup>/an**) et confirme les bonnes performances d'étanchéité de la couverture.

## 4.4 Suivi qualitatif du réseau pluvial (CMG)

### 4.4.1 Généralités

Les réseaux de collectes des eaux du Centre sont orientés vers un exutoire appelé « chambre de mesure globale » (CMG, 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 (31). À la sortie de la CMG, les eaux pluviales transitent par un bassin d'orage (cf. Figure 4-9) 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.



Figure 4-9 Bassin d'orage du CSM

### 4.4.2 Suivi radiologique des eaux pluviales

#### 4.4.2.1 Résultats des analyses radiologiques

Les analyses radiologiques sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements de 3 jours et des écoulements mensuels au point CMG. Le détail des résultats est donné en annexe dans le tableau 9-12 et le tableau 9-13. Les résultats sur ces deux fréquences de prélèvement sont similaires.

En 2022, 63 prélèvements ont pu être réalisés. Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le tableau 4-15.

Tableau 4-15 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle CMG

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	4,3	15	≤ 2,1
Indice alpha global (Bq/L)	≤ 0,019	0,060	≤ 0,013
Indice bêta global (Bq/L)	0,11	0,230	≤ 0,023
Potassium (mg /L)	1,74	5,14	0,93

La concentration volumique en tritium mesurée dans les eaux pluviales est analogue à celle mesurée dans la pluie. 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 9-59 et le tableau 9-65). 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 météo (sens et force du vent).

Les niveaux de concentration mesurés en 2022 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 1,74 mg/L contribuant, via le <sup>40</sup>K à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,049 Bq/L soit environ 45 % 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 9-14.

Le tritium est mesuré à un niveau cohérent avec les analyses hebdomadaires (8,8 Bq/L au premier semestre et 9,2 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.

#### 4.4.2.2 Calcul des relâchements

Les relâchements en tritium, alpha global et bêta global sont présentés dans le tableau 9-13 ; ceux des autres RN sont présentés dans le tableau 9-14. 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 chapitre 9.5.1).

Les résultats sont cohérents avec ceux des années précédentes

#### 4.4.2.3 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 (31), les résultats de 2022 et les limites à respecter sont indiqués dans le tableau 4-16.

Tableau 4-16 Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2022 à la CMG

Paramètres	Limites autorisées	Résultats 2022
Volume total annuel rejeté <sup>3</sup>	60 000 m <sup>3</sup>	32 349 m <sup>3</sup>
Débit instantané en sortie de la CMG	4 200 L/s	Maximum : 606 L/s
Concentration moyenne en tritium	30 Bq/L	4,3 Bq/L
Concentration moyenne hebdomadaire en tritium	100 Bq/L	Maximum : 15,3 Bq/L <sup>4</sup>

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

### 4.4.3 Suivi physico-chimique des eaux pluviales

#### 4.4.3.1 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 9-15.

<sup>3</sup> Avec l'hypothèse d'une pluviométrie à 1 000 mm.

<sup>4</sup> 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.

Des analyses plus complètes sont également réalisées deux fois par an ; les résultats sont présentés dans le tableau 9-16.

Pour l'année 2022, 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 3 jours d'écoulements ; en 2022, les valeurs de pH sont comprises entre 6,9 et 8,2 (cf. Tableau 9-12) 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 2022 (cf. § 4.4.3.3).

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 181 et 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; tableau 9-16). Ces valeurs sont proches de celles habituellement mesurées.

Les résultats mensuels de la DCO (cf. Tableau 9-15) varient de 7 à 54  $\text{mgO}_2/\text{L}$  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,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^{2-}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  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 (32).

Parmi les toxiques chimiques prioritaires, on relève systématiquement la présence de zinc (la moyenne des concentrations est de 34  $\mu\text{g}/\text{L}$  en 2022 pour une moyenne ces dix dernières années de 53  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). 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 (12  $\mu\text{g}/\text{L}$  en moyenne en 2022 correspondant à un apport de 2,2 kg sur le Centre (cf. Tableau 9-11)) ; une origine anthropique liée aux activités de la zone industrielle de Digulleville est privilégiée.

Des hydrocarbures totaux ont été mesurés en mai 2022 à une concentration de 0,19  $\text{mg}/\text{L}$  (cf. Tableau 9-15) ; 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 de rejet (1).

#### 4.4.3.2 Calculs des flux des éléments chimiques à la CMG

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 9-16. Les résultats sont similaires à ceux des années précédentes.

#### 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 2022 sont donnés dans le tableau 4-17.

Tableau 4-17 Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2022 à la CMG

Paramètres	Limites autorisées	Maximale	Minimale	Moyenne
DCO	120 mg/L	54 mg/L	7 mg/L	16 mg/L
Teneur en MES	30 mg/L	24 mg/L	< 2 mg/L	9 mg/L
pH	5,5 < pH < 8,5	8,2	6,9	-
Hydrocarbures	1 mg/L	0,19 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 2022.

#### 4.4.4 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 9-17.

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 <sup>137</sup>Cs est confirmée et similaire aux années précédentes ( $2,4 \pm 0,3$  Bq/kg sec, cf. Figure 4-10). 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 <sup>137</sup>Cs est mesuré sur l'ensemble du territoire français suite aux retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. La moyenne des concentrations dans les sols du nord-ouest de la France est de 4,8 Bq/kg (33).

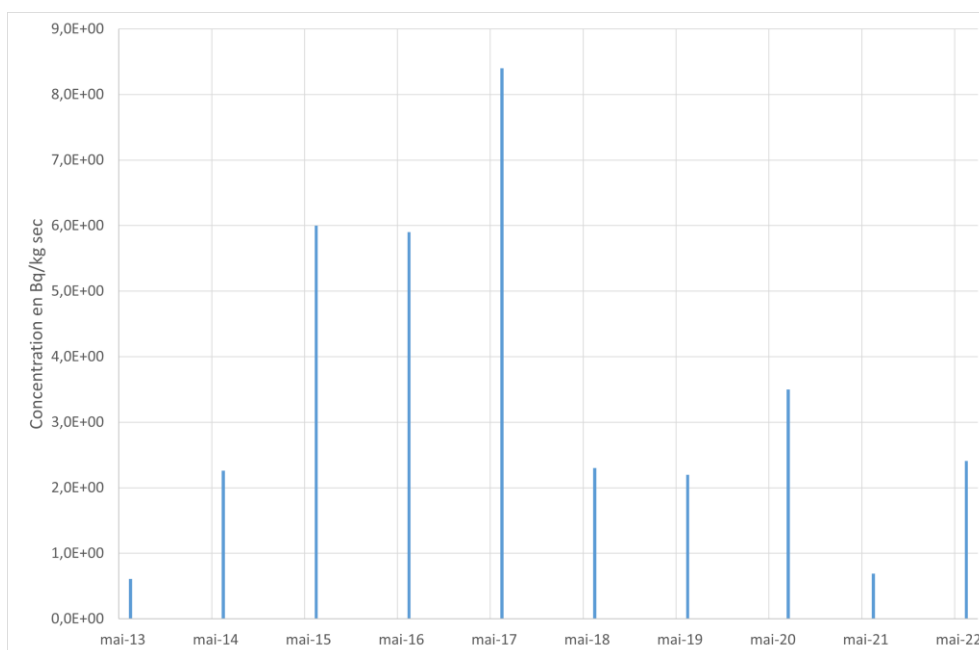


Figure 4-10 Évolution de la concentration en <sup>137</sup>Cs dans les sédiments de la CMG depuis 2013

Cette année, comme l'année précédente, aucun actinide artificiel n'est détecté. Des traces de <sup>239+240</sup>Pu et d'<sup>241</sup>Am sont régulièrement mesurées dans les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG. Les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG sont régulièrement curés afin de réduire progressivement ce faible marquage.

#### 4.4.5 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 9-18.

L'analyse granulométrique de ces sédiments montre que ces matériaux présentent une granulométrie plutôt hétérogène avec seulement 38 % des particules inférieures à 2 mm.

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 (34) (cf. Tableau 9-7) pour le cadmium, le chrome, le mercure et le plomb.

La concentration de bore a fortement augmenté en 2022 et s'écarte de la valeur moyenne mesurée ces 10 dernières années (28 mg/kg). Aucune hypothèse n'explique cette augmentation.

Le détail des résultats de mesures des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) recherchés est présenté dans le Tableau 4-18.

Tableau 4-18 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	0,100 +/- 0,030
Benzo(b)fluoranthène	0,130 +/- 0,039
Benzo(ghi)pérylène	0,097 +/- 0,029
Benzo(k)fluoranthène	0,074 +/- 0,022
Fluoranthène	0,250 +/- 0,080
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,067 +/- 0,020
Somme des HAP (6)	0,720 +/- 0,220

La somme des HAP détectés en 2022 est proche de la moyenne des 10 dernières mesures (730 µg/kg). Les concentrations mesurées 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.

#### 4.4.6 Conclusion

En 2022, les limites de l'arrêté d'autorisation de rejet (1) ainsi que les termes du protocole de gestion des eaux avec Orano Recyclage (31) ont été respectés.

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



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

### 4.5.1 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 (31) ; ils sont destinés à être rejetés en mer via l'émissaire marin du Raz-Blanchard (cf. Figure 4-11).



Figure 4-11 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 m<sup>3</sup>/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.

### 4.5.2 Suivi radiologique des effluents du BDS

#### 4.5.2.1 Résultats des analyses radiologiques au point BDS

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 9-19 et dans le tableau 9-20. Les résultats sur ces deux fréquences de prélèvement sont similaires.

En 2022, 52 prélèvements hebdomadaires ont pu être réalisés. Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes sont données dans le tableau 4-19.

Tableau 4-19 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BDS

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	47,3	4440	5,7
Indice alpha global (Bq/L)	0,030	0,14	<0,013
Indice bêta global (Bq/L)	0,29	2,5	0,14
Potassium (mg /L)	2,2	43,7	1,3

Les moyennes annuelles mesurées en 2022 pour les paramètres radiologiques courants sont similaires à celles de l'année dernière. 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 9-19) puisqu'ils sont liés au rejet du BRSO. En effet, les effluents du BRSO sont les effluents contenant le plus de radioactivité (cf. § 4.8.2.1).

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 9-21.

Les mesures effectuées en 2022 ne montrent pas d'évolution particulière des activités radiologiques. La présence des isotopes de l'uranium ( $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  et  $^{238}\text{U}$ ) est constatée, comme les années précédentes, dans une proportion comparable aux rapports naturels (cf. Tableau 9-6). Le  $^{137}\text{Cs}$ , habituellement mesuré, n'est pas détecté cette année.

#### 4.5.2.2 Calculs des relâchements

Le détail des quantités radioactives rejetées au niveau du BDS en alpha global, bêta global et tritium est donné dans le tableau 9-20.

#### Bilan annuel des rejets alpha et bêta

La figure 4-12 présente l'évolution, de 2013 à 2022, des activités calculées à partir des mesures des indices alpha global et bêta global et des volumes mesurés à l'exutoire du BDS.



Figure 4-12 Évolution des relâchements  $\alpha G$  et  $\beta G$  au BDS en fonction de la pluie (2013-2022)

Les activités annuelles alpha et bêta rejetées sont en légère augmentation en 2022 (respectivement 1,4 MBq et 11 MBq). Depuis 2015, les quantités relâchées en « émetteurs » bêta oscillent autour de 10 MBq tandis que les quantités relâchées en « émetteurs » alpha sont comprises entre 1 et 2 MBq ces dix dernières années. Les quantités rejetées chaque année restent faibles. En lien avec les résultats radiologiques à bas seuil effectués chaque semestre, les émetteurs alpha et bêta sont issus des éléments des chaînes naturelles de décroissance. La figure 4-13 montre la corrélation entre le volume de pluie et les estimations des quantités des émetteurs alpha et bêta rejetés via le BDS. Cette corrélation confirme l'origine naturelle de ces RN liés à la lixiviation des matériaux de la couverture puisque 90 % du volume d'effluents du BDS vient du drainage couverture (CMED).

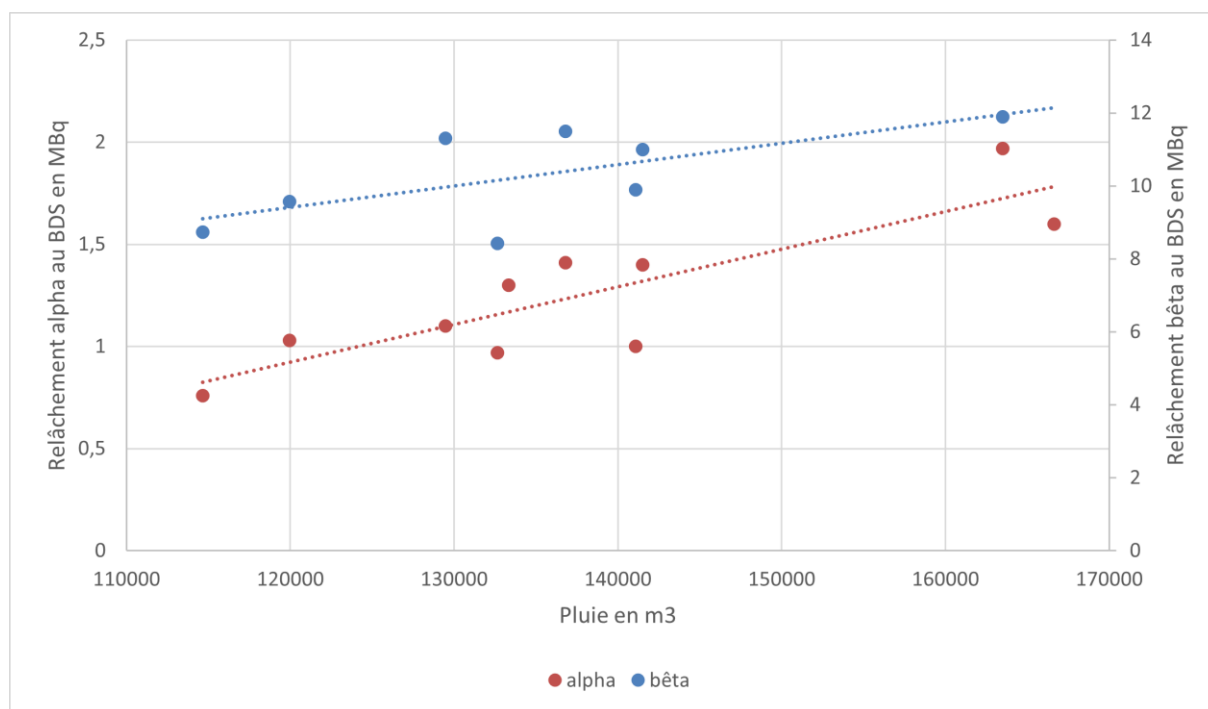


Figure 4-13

Corrélation entre la pluviométrie et les quantités d'émetteurs alpha et bêta rejetés au BDS

### Bilan annuel des rejets en tritium

La figure 4-14 présente l'évolution, de 2013 à 2022, des activités calculées à partir des mesures de concentration tritium et des volumes mesurés à l'exutoire du BDS.

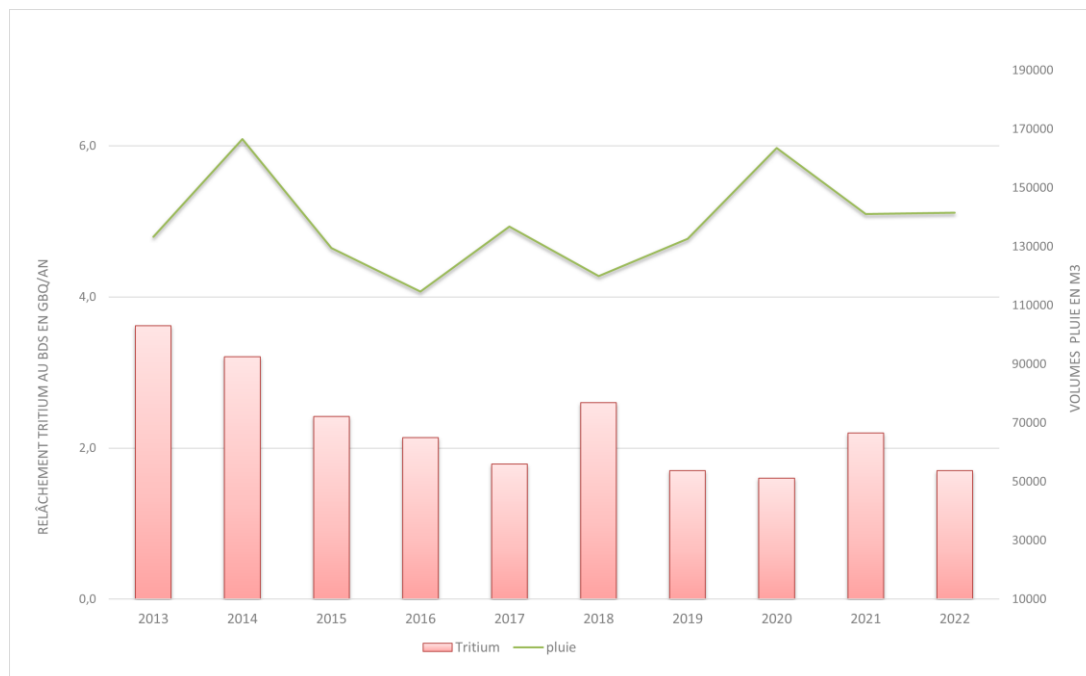


Figure 4-14 *Évolution des relâchements en tritium en fonction des volumes rejetés au BDS (2013-2022)*

En 2022, les activités rejetées en tritium au BDS sont de 1,7 GBq (22) ; la quantité rejetée est en légère diminution par rapport à 2021. Aucune évolution traduisant un changement significatif du stockage n'est mise en évidence.

### 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 9-22 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 4-20 précise les activités sur l'année 2022 des différents contributeurs au BDS, calculées à partir des concentrations radiologiques et des volumes mesurés sur ces réseaux.

Tableau 4-20 Activités des différents réseaux contributeurs du BDS

Réseaux	Relâchement alpha MBq	Relâchement bêta MBq	Relâchement tritium MBq
BDS mesuré	1,3	13	2 113
CMED (1) <sup>5</sup>	1,4	7,2	291
RD12 (2)	0,12	1,8	113
BRSO (3)	0,013	0,43	561
BRSObis (4)	0,018	2,5	46
BDS estimé : (1) + (2) + (3) + (4)	1,6	11,93	1 011
Écart entre BDS mesuré et BDS estimé	-19 %	8 %	52 %

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

$$\text{Équation 2 : } R_{\text{BDS}} = R_{\text{CMED}} + R_{\text{RD12}} + R_{\text{BRSO}} + R_{\text{BRSObis}}$$

Les écarts constatés dans le calcul des relâchements alpha, bêta et tritium sont cohérents avec les incertitudes associées aux prélèvements, aux mesures en laboratoire et aux mesures des volumes. Il est à noter que l'écart entre le relâchement tritium mesuré et calculé au BDS est de plus de 50 %.

Comme vu précédemment, les émetteurs alpha et bêta rejetés au BDS proviennent essentiellement du réseau de drainage de la couverture. Comme les années précédentes, le principal réseau contributeur au relâchement du tritium est le BRSO (55 %). La contribution du drainage profond est en légère diminution en 2022 tandis que la contribution du réseau de drainage couverture est stable.

#### 4.5.2.3 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 (31), les limites à respecter au BDS et les résultats de 2022 sont donnés dans le tableau 4-21.

Les valeurs moyennes d'activités rejetées présentées dans le tableau 4-21 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.

<sup>5</sup> Le relâchement à la CMED est calculé à partir du volume à la CMED soustrait du volume de surverse

Tableau 4-21 Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2021 au point de rejet BDS

Paramètres	Limites autorisées	Résultats 2022	% de la limite
Volume total annuel <sup>6</sup>	45 000 m <sup>3</sup>	44 684 m <sup>3</sup>	99,3 %
Débit instantané	22,2 L/s	Maximum 10,5 L/s	47,3 %
Activité tritium annuelle	125 GBq/an	2,11 GBq/an	1,7 %
Activité tritium mensuelle maximum	20,8 GBq/mois	Maximum 1,33 GBq/mois	Maximum 6,4 %
Activité bêta (hors tritium) annuelle	250 MBq/an	13 MBq/an	5,2 %
Activité bêta mensuelle maximum	42 MBq/mois	Maximum 3,4 MBq/mois	Maximum 8,2 %
Activité volumique bêta	1 850 Bq/L	Maximum 2,5 Bq/L	Maximum 0,14 %
Activité alpha annuelle	125 MBq/an	1,3 MBq/an	1,0 %
Activité alpha mensuelle maximum	20,8 MBq/mois	Maximum 0,31 MBq/mois	Maximum 1,5 %
Activité volumique alpha	37 Bq/l	Maximum 0,14 Bq/L	Maximum 0,38 %

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.

#### 4.5.3 Suivi physico-chimique des effluents du BDS

##### 4.5.3.1 Résultats des analyses physico-chimiques au BDS

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le tableau 9-23 et le tableau 9-24.

Les éléments chimiques mesurés viennent essentiellement des eaux de drainage de la couverture, récupérées via la CMED et qui constituent 92 % de l'apport en volume au BDS (cf. § 4.3.2). Ces eaux de drainage lessivent les matériaux constitutifs des couches supérieures de la couverture.

La minéralité de ces effluents est stable par rapport aux années précédentes (la conductivité moyenne est de 401 µS/cm en 2022) ; le milieu est légèrement alcalin.

Comme pour les autres années, la présence des ions Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> est détectée dans ces eaux à des niveaux de concentration équivalents. Les nitrates ont une concentration un peu plus forte que les années précédentes au second semestre ; toutefois, des valeurs de concentrations similaires ont été régulièrement mesurées au BDS. 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

<sup>6</sup> Avec l'hypothèse d'une pluviométrie annuelle de 1 000 mm.

mesurées les années précédentes et, à titre indicatif, restent inférieures aux valeurs guides françaises des eaux douces destinées à la consommation humaine (32).

Parmi les substances toxiques, on relève la présence systématique de zinc (66 µg/L en moyenne pour l'année 2022). Tout comme pour la CMG, le zinc étant également systématiquement présent dans l'eau de pluie (12 µg/L en moyenne, tableau 9-11), 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 2022 est en moyenne de 51 µg/L (cf. Tableau 9-24), relativement stable ces quatre dernières années (cf. Figure 4-15).

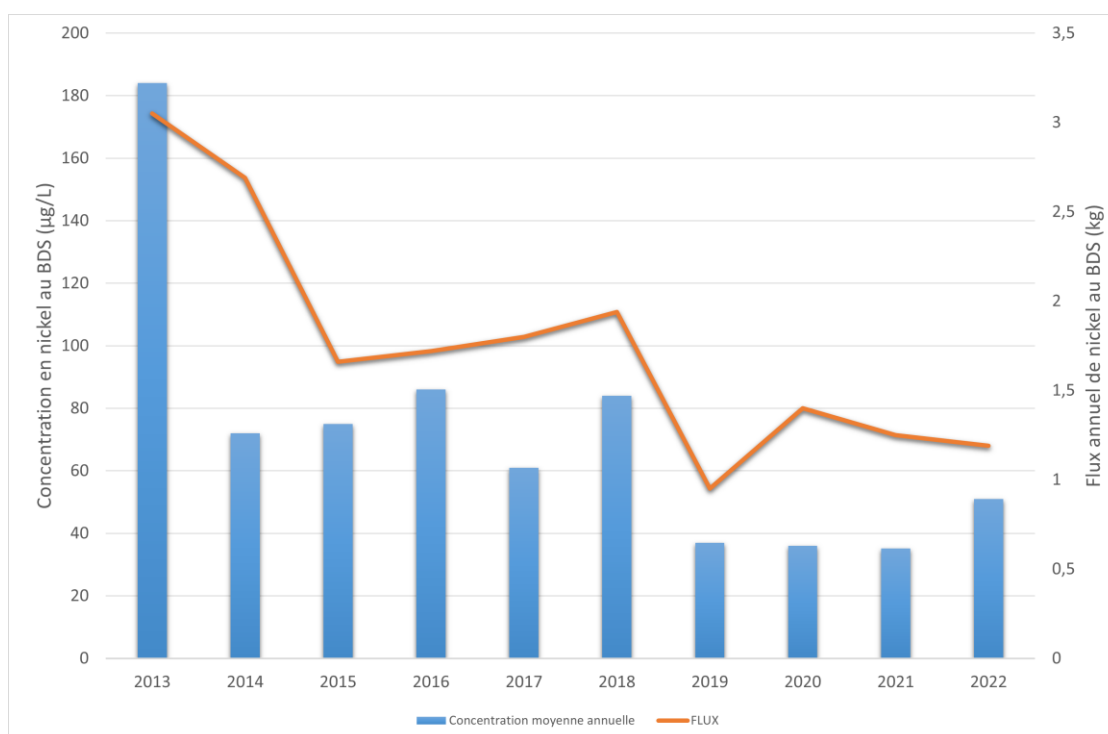


Figure 4-15 *Évolution de la concentration en nickel au point de contrôle BDS (2013-2022)*

#### 4.5.3.2 Calculs des flux des éléments chimiques au BDS

Le flux des éléments chimiques mesurés au point BDS est donné dans le tableau 9-23. Les flux mensuels du nickel sont donnés en annexe pour l'année 2022 (cf. Tableau 9-24).

Le flux de nickel affiche une tendance à la baisse depuis 2014 (cf. Figure 4-15).

Le tableau 4-22 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.

Tableau 4-22 Comparaison des teneurs en éléments majeurs entre le BDS et les différents réseaux contributeurs

Paramètres	BDS	RP300	RD12	BRSO
	Flux en kg et (teneurs en mg/L)			
Calcium	1806 (40)	2560 (57)	140 (45)	0,24 (30)
Sulfates	3414 (76)	3218 (72)	58 (19)	4,4 (536)
Chlorures	1385 (31)	1437 (32)	92 (30)	0,71 (87)
Potassium	90 (2,0)	82 (1,8)	8,6 (2,8)	4,1 (502)

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.

Une grande partie des autres éléments mesurés provient également du drainage des couches supérieures de la couverture (cf. Tableau 9-26) : Al, Ba, B, Cu, Fe, As Cd, et Zn.

Les concentrations élevées en sulfates et potassium mesurées au BRSO 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.

#### 4.5.3.3 Comparaison aux limites de rejet réglementaires

Au titre de l'arrêté d'autorisation de rejet (1), les limites à respecter et les résultats de 2022 sont donnés dans le tableau 4-23.

Tableau 4-23 Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2022 au BDS

Paramètres	Limites autorisées	Résultat maximal	Résultat minimal
pH	pH > 6	8,3	7,9
Bore	5 mg/L	0,035 mg/L	-
Nickel	0,5 mg/L	0,099 mg/L	-
Cyanures	0,1 mg/L	<0,005 mg/L	-
Chrome total	50 µg/L	7 µg/L	-
Plomb	50 µg/L	1,5 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 2022.



#### 4.5.4 Conclusion

En 2022, 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 (< 6 %).

Les termes du protocole de gestion des eaux avec Orano Recyclage (31) ont également été respectés.

Le principal radionucléide artificiel contribuant à la radioactivité des effluents du BDS est le tritium ; les quantités rejetées sont équivalentes aux 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.

### 4.6 Suivi qualitatif du réseau de drainage de la couverture (CMED)

#### 4.6.1 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 4-2. Pour rappel, ce réseau est le principal contributeur en termes de volumes au BDS (92 %).

#### 4.6.2 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 9-25.

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 RP300

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	6,5	27	3,6
Indice alpha global (Bq/L)	0,031	0,075	0,014
Indice bêta global (Bq/L)	0,16	0,49	0,12
Potassium (mg /L)	1,6	2,6	1,3

Les moyennes annuelles mesurées en 2022 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 1,6 mg/L contribuant, via le  $^{40}\text{K}$  à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,045 Bq/L soit environ 30 % de l'activité bêta globale.

#### 4.6.3 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 9-26. Cette année, des paramètres chimiques complémentaires ont été recherchés afin de mieux comprendre l'origine de ces éléments dans les effluents du BDS (Nitrates, Al, Cu, Fe, Mn, As et Zn).

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 légèrement plus élevée que la moyenne des 10 dernières années ; en effet, la conductivité est de 705  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2022 pour une moyenne de 636  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; le milieu est 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).

#### 4.6.4 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 27 Bq/L en 2022.

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.

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

#### 4.7.1 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).

#### 4.7.2 Suivi radiologique des effluents du RD12

Les analyses radiologiques au RD12 sont effectuées sur des prélèvements représentatifs des écoulements hebdomadaires et mensuels. Le détail des résultats est donné en annexe dans le tableau 9-27 et dans le tableau 9-28. Les résultats sur ces deux fréquences de prélèvement sont similaires.

Les concentrations volumiques moyennes des 7 prélèvements mensuels effectués en 2022 sont données dans le tableau 4-25.

Tableau 4-25 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle RD12

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	32	49	20
Indice alpha global (Bq/L)	0,034	0,058	0,016
Indice bêta global (Bq/L)	0,67	0,92	0,47
Potassium (mg /L)	3,4	4,5	3,0

Les résultats des mesures des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années passées. La teneur moyenne en potassium est de 3,4 mg/L contribuant, via le <sup>40</sup>K à l'activité volumique bêta, à hauteur d'environ 0,09 Bq/L. La contribution du potassium à l'activité bêta est donc mineure (environ 13 %).

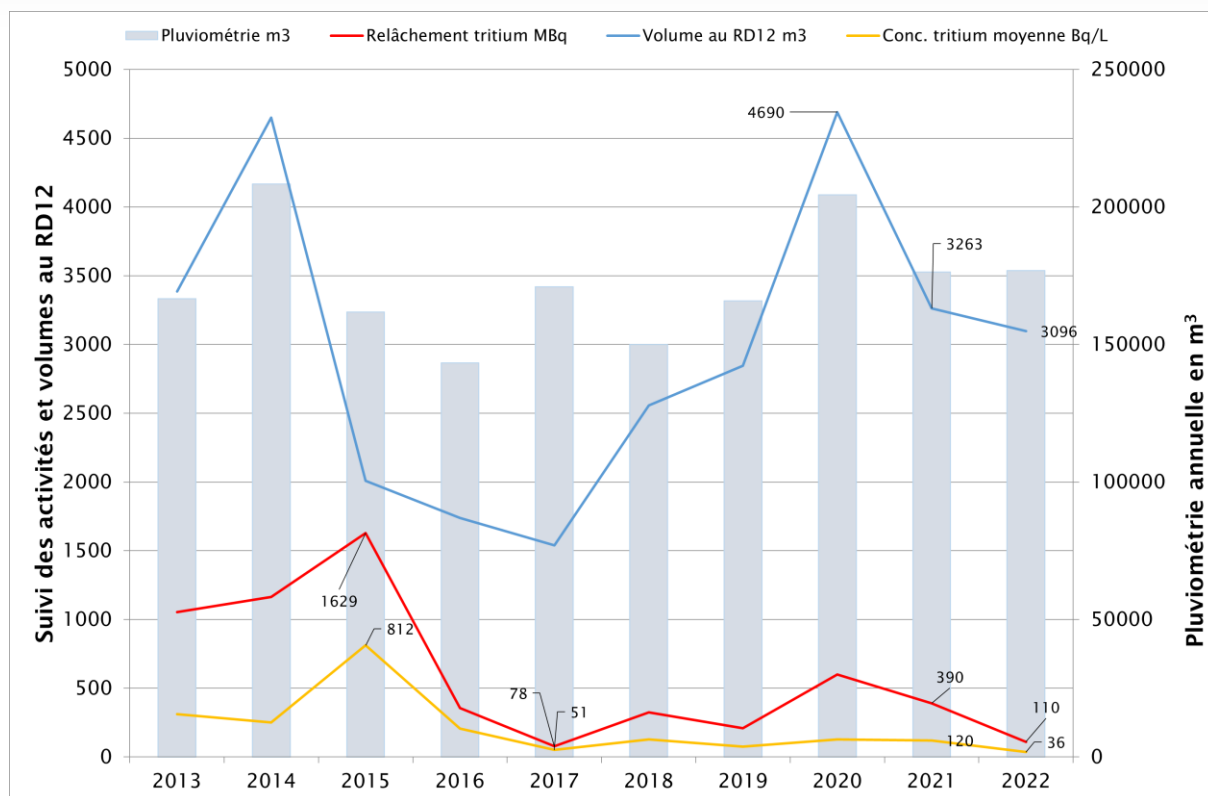


Figure 4-16 Évolution de la concentration mensuelle en tritium au point de contrôle RD12 (2013-2022) et des volumes collectés

La figure 4-16 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 faible qu'en 2021 du fait de la concentration moyenne plus faible, d'autant plus que les analyses de tritium n'ont pu être réalisées entre avril et août en raison d'écoulement insuffisant. Or, les concentrations volumiques en tritium sont généralement plus élevées lors des écoulements plus faibles, ce qui aboutit à une probable sous-estimation des quantités en provenance de ce réseau. Toutefois, le tritium issu du RD12 est bien comptabilisé dans sa totalité lors des analyses faites au BDS puisque le RD12 est un contributeur du BDS.

#### 4.7.3 Contrôles physico-chimiques des effluents du RD12

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le RD12 réalisées chaque semestre sont présentés dans le tableau 9-29.

La minéralité de ces effluents est légèrement plus élevée que la moyenne des 10 dernières années ; en effet, la conductivité est de 486  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2022 pour une moyenne de 403  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; le milieu est légèrement alcalin.

Comme les années précédentes, du bore est mesuré dans les effluents du RD12 à des niveaux de concentrations similaires (24  $\mu\text{g}/\text{L}$  en concentration moyenne annuelle).

Des valeurs significatives sont obtenues pour certains éléments définis comme substances toxiques (chrome, nickel et plomb). Il est à noter que ces concentrations restent toutefois très faibles (<10  $\mu\text{g}/\text{L}$ ).

#### 4.7.4 Contrôle 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 9-30.

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 2022, les activités volumiques alpha sont comprises entre 0,032 Bq/L et 0,16 Bq/L ; les activités volumiques bêta se situent entre 0,50 Bq/L et 3,9 Bq/L. L'activité volumique moyenne du tritium pour l'ensemble des RD est de 24 Bq/L, en très nette diminution par rapport à 2020 et 2021 (respectivement 280 et 265 Bq/L). Ce constat est cohérent avec la diminution de l'activité moyenne globale en tritium relevée au point RD12 (cf. § 4.7.2). Les activités tritium les plus élevées sont généralement mesurées aux RD19 et RD20. En 2021, les valeurs mesurées au RD19 et RD20 étaient proches des 2000 Bq/L, or cette année, elles se situent autour de 30 Bq/L. Les valeurs ponctuelles dans ces RD sont généralement fluctuantes et varient de deux ordres de grandeurs en fonction des périodes de prélèvements.

#### 4.7.5 Conclusion

En 2022, aucune évolution sur les résultats physico-chimiques n'est constatée.

Le niveau radiologique en tritium présente une baisse cette année. Malgré quelques fluctuations, la tendance à la baisse est constatée depuis 2015.

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

### 4.8.1 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.

### 4.8.2 Suivi radiologique des effluents du BRS0 et du BRS0bis

#### 4.8.2.1 Point de contrôle 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 9-31. Les effluents de ce réseau sont basiques (pH compris entre 8,6 et 9,2).

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes des 12 prélèvements effectués sont données dans le tableau 4-26.

Tableau 4-26 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRSO

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	68 900	96 000	43 400
Indice alpha global (Bq/L)	1,6	2,1	1,2
Indice bêta global (Bq/L)	53	97	38
Potassium (mg /L)	1 130	2 730	730

Le potassium contribue, via le <sup>40</sup>K, à l'activité volumique bêta à hauteur d'environ 32 Bq/L. Par conséquent, l'activité volumique du <sup>40</sup>K contribue pour environ 60 % à l'activité bêta des effluents du RSGE.

Les activités bêta mesurées sur la fraction insoluble sont données dans le tableau 9-31. La quantité de matières en suspension (MES) varie de 1,2 à 35 mg/L avec une moyenne de 8,1 mg/L. Des valeurs élevées sont constatées en juin et août. Des valeurs supérieures à 10 mg/L sont mesurées de façon irrégulière dans les effluents du RSGE. Les émetteurs bêta dans la fraction insoluble sont compris entre 13 et 50 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 0,30 % des émetteurs bêta relâchés au point BRSO.

Aucune évolution notable n'a été constatée en 2022 sur l'évolution radiologique des effluents du RSGE.

Comme le montre la figure 4-17, les quantités rejetées en tritium au point BRSO sont en diminution ces dernières années. Les quantités rejetées en alpha, bêta sont augmentation en 2022, mais dans la moyenne des dix années écoulées.

En 2022, les niveaux d'activités sont cohérents avec ceux des années précédentes.

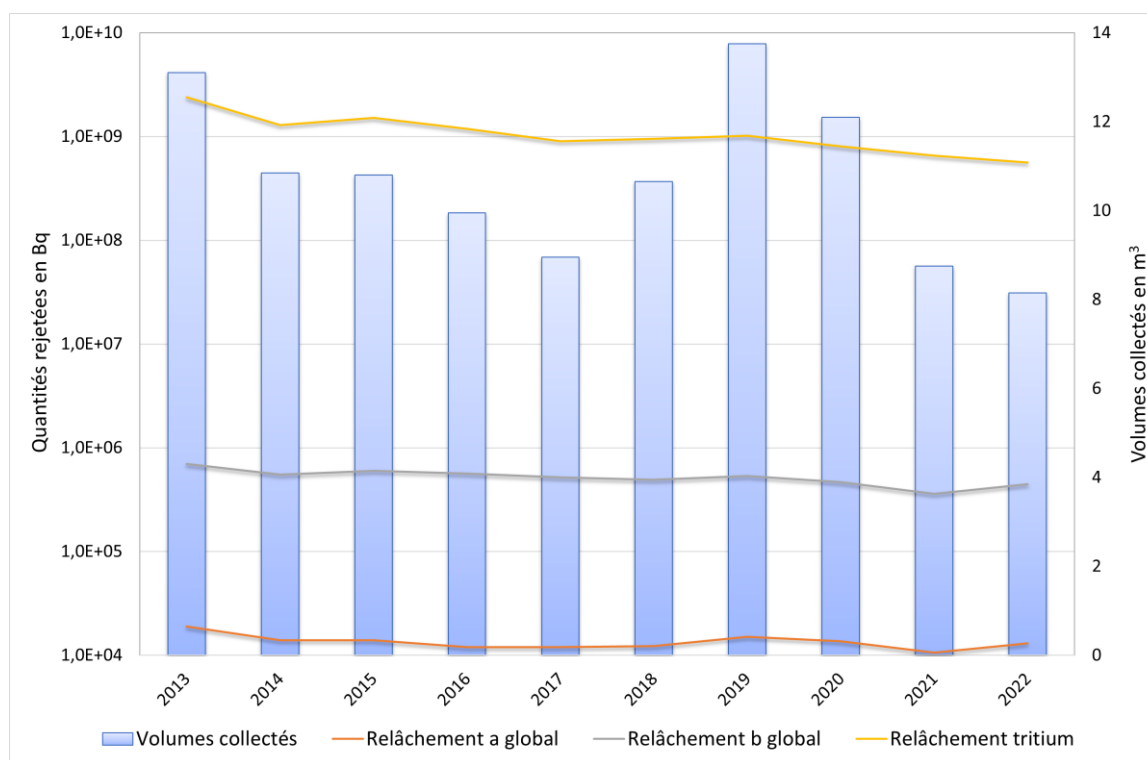


Figure 4-17 Évolution des quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRSO depuis 2013

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 9-32. Les analyses sont réalisées sur la fraction soluble et insoluble (<0,45 µm).

Les mesures effectuées en 2022 ne montrent pas d'évolution majeure des activités radiologiques dans la fraction soluble. Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont en cohérence avec les émetteurs alpha et bêta mesurés individuellement.

Comme les années précédentes :

- le RN le plus abondant est le tritium ;
- quelques RN d'origine naturelle sont mis en évidence :  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  ;
- les RN d'origine artificielle (en dehors du tritium) restent à des niveaux radiologiques comparables aux années précédentes ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  et  $^{239+240}\text{Pu}$ ).

Cette année aucun RN artificiel n'est mesuré dans la fraction insoluble. Il est à noter que des traces de  $^{137}\text{Cs}$  sont régulièrement mesurées dans la fraction insoluble en cohérence avec sa présence dans ces effluents.

#### 4.8.2.2 Point de contrôle 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 9-34.

Les concentrations volumiques moyennes pondérées par les volumes des 52 prélèvements effectués sont données dans le tableau 4-27.

Tableau 4-27 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0bis

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	116	326	28
Indice alpha global (Bq/L)	≤0,046	0,11	≤0,034
Indice bêta global (Bq/L)	6,4	12	3,4
Potassium (mg /L)	2,3	3,5	1,5

Les moyennes annuelles des indices alpha et bêta globaux mesurées en 2022 sont similaires à celles des années précédentes. Le potassium contribue, via le  $^{40}\text{K}$ , à l'activité volumique bêta à hauteur d'environ 0,06 Bq/L. Par conséquent, l'activité volumique du  $^{40}\text{K}$  ne contribue pas de manière prépondérante à l'activité bêta des effluents du BRS0bis.

En 2022, la concentration moyenne annuelle en tritium est en légère diminution en lien avec la diminution du volume récupéré au BRS0bis (cf. Figure 4-18). Les quantités rejetées en alpha sont en légère augmentation mais ont globalement une tendance à la baisse depuis 2013. Les quantités rejetées en bêta sont relativement constantes (cf. Figure 4-18). En 2022, les niveaux d'activités sont cohérents avec ceux des années précédentes.

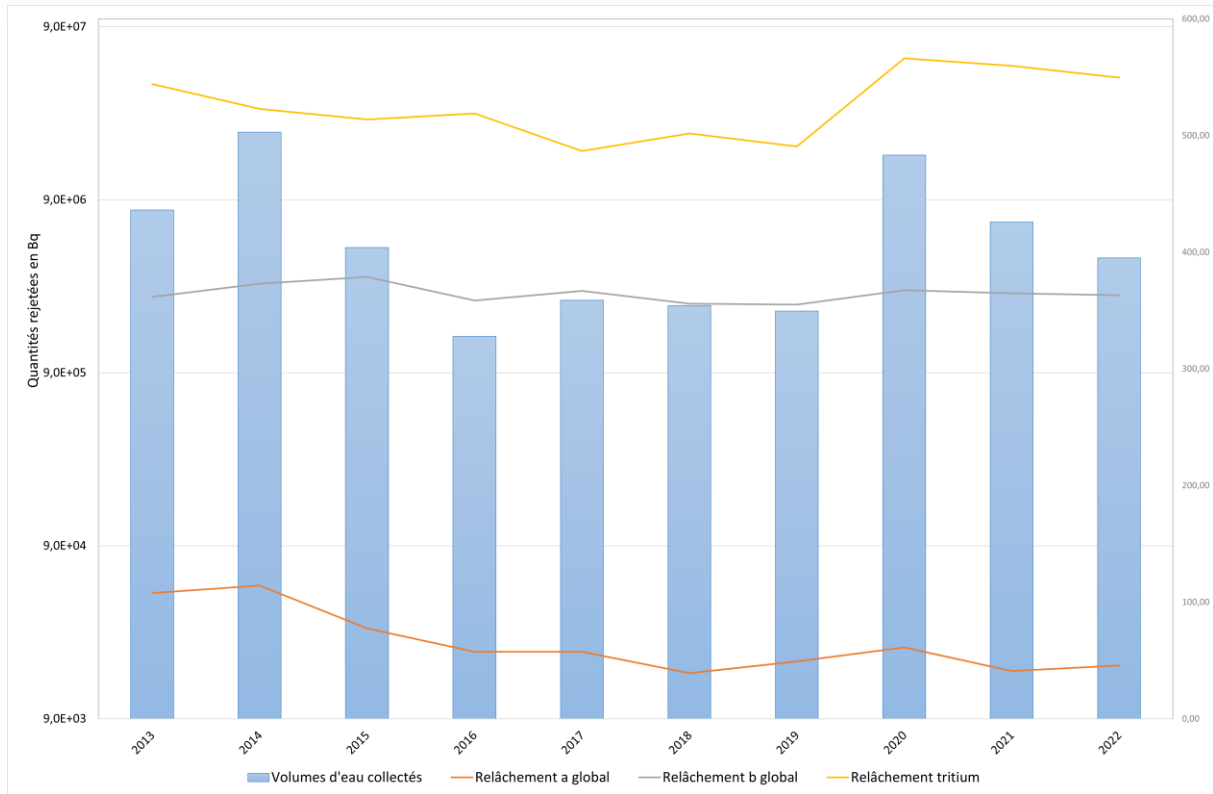


Figure 4-18 Évolution des quantités relâchées en alpha, bêta et tritium au point BRS0bis depuis 2013

Les mesures de l'indice bêta sur la fraction insoluble au point de contrôle BRS0bis sont données dans le tableau 9-34. La quantité de MES varie de la limite de quantification (<1 mg/L) à 32 mg/L. Les émetteurs bêta dans la fraction insoluble sont compris entre 13 et 92 Bq/g. Les bêtas insolubles représentent jusqu'à 25 % des bêtas 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  $^{14}\text{C}$  est mesurée mensuellement ; les résultats sont donnés dans le tableau 4-28.



Tableau 4-28 Résultats des mesures mensuelles du <sup>14</sup>C au point de contrôle BRS0bis

Période	Volume m <sup>3</sup>	<sup>14</sup> C Bq/L	Relâchement mensuel MBq
Janvier	48,30	27 +/- 14	0,65
Février	39,00	≤17	0,66
Mars	40,40	39 +/- 12	1,58
Avril	16,85	9,9 +/- 6,9	0,17
Mai	9,05	10 +/- 7	0,09
Juin	12,3	32 +/- 11	0,39
Juillet	5,25	22 +/- 9	0,12
Août	8,10	42 +/- 10	0,34
Septembre	17,90	35 +/- 9	0,63
Octobre	34,80	25 +/- 8	0,44
Novembre	74,45	16 +/- 7	0,60
Décembre	88,65	23 +/- 7	1,02
<b>Total</b>	<b>395,05</b>		<b>6,67</b>

En 2022, les activités volumiques de <sup>14</sup>C mesurées au point BRS0bis sont comprises entre 10 et 42 Bq/L (similaires aux années précédentes). Le <sup>14</sup>C contribue à hauteur de 12 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.

#### 4.8.3 Suivi physico-chimique des effluents du BRS0 et du BRS0bis

##### 4.8.3.1 Point de contrôle BRS0

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le BRS0 réalisées chaque semestre sont présentés dans le tableau 9-33. 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.

Les concentrations des éléments indicateurs de la possible dégradation des structures béton (calcium, sulfates, chlorures et potassium) restent stables en 2022 (cf. § 4.5.3.2).

La concentration en baryum (moyenne annuelle de 20 µg/L) est globalement équivalente à celle mesurée dans les eaux de drainage de la couverture (CMED, cf. Tableau 9-26) et est donc liée à la composition chimique des matériaux la constituant.

La figure 4-19 présente l'évolution depuis 2013 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 important 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 baryum, les cyanures et le nickel sont les moins concentrés. Le cadmium est détecté de façon très aléatoire. Les concentrations en bore présentent une légère tendance

à la baisse entre 2013 et 2019 et depuis 2020 augmentent régulièrement ; toutefois, les concentrations mesurées en 2022 sont dans la moyenne des concentration mesurées depuis 2013. Le baryum et l'uranium ont une tendance très légère à la baisse, tandis que les concentrations en chrome, en cyanures et en nickel restent stables. Le zinc est mesuré (moyenne annuelle de 13 µg/L) à des niveaux comparables à ceux des années précédentes.

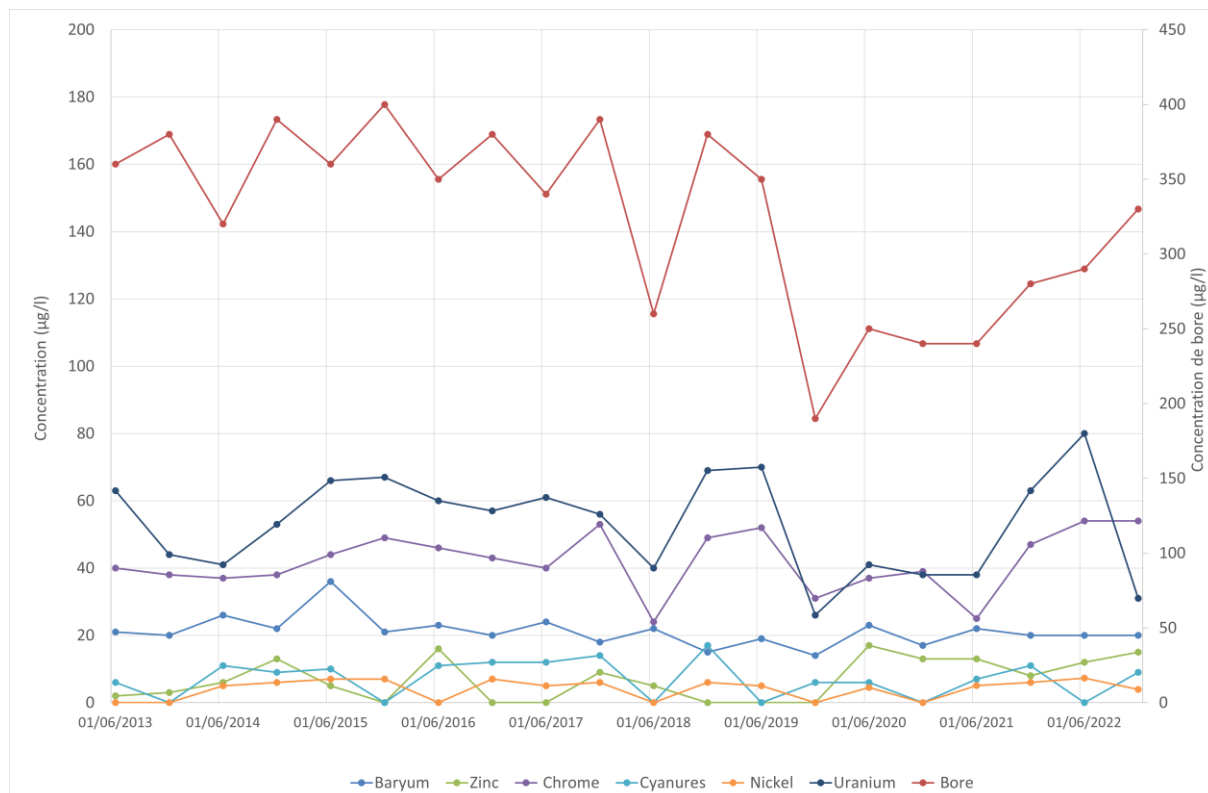


Figure 4-19 Évolutions des concentrations des toxiques prioritaires au point de contrôle BRSO depuis 2013

#### 4.8.3.2 Point de contrôle BRS0bis

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le point de contrôle BRS0bis, réalisées environ tous les 50 m<sup>3</sup>, sont présentés dans le tableau 9-35.

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).

Seul le bore est mesuré systématiquement à des teneurs significatives, variant de 13 µg/L à 23 µg/L, ce qui reste largement en deçà de la limite réglementaire de 5 000 µg/L fixée à l'exutoire BDS.

#### 4.8.4 Conclusion

Le principal radionucléide artificiel présent dans les effluents des réseaux gravitaires enterrés est le tritium. Dans les effluents transitant via le BRSO, on trouve également à un niveau plus faible mais récurrent du <sup>14</sup>C, <sup>63</sup>Ni, <sup>90</sup>Sr, <sup>99</sup>Tc, <sup>137</sup>Cs, ainsi que les isotopes naturels de l'uranium.

L'activité bêta au RSGEbis vient en partie de la présence de <sup>14</sup>C (25 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 BRSO et au BRS0bis.

## 4.9 Suivi radiologique des BRS en amont des exutoires

### 4.9.1 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 9-36.

Établi à partir de ces résultats, le tableau 4-29 récapitule les concentrations moyennes pondérées par les débits.

Tableau 4-29 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-OU

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	95 000	140 000	29 000
Indice alpha global (Bq/L)	1,0	1,6	0,54
Indice bêta global (Bq/L)	43	57	31
Potassium (mg /L)	660	1 100	350

Les résultats de l'année 2022 sont relativement similaires à ceux de l'année 2021, avec toutefois une dispersion moins importante des indices alpha et bêta globaux.

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 effectuer un prélèvement. Les résultats sont présentés dans le tableau 9-37 (pour la galerie Ouest) et dans le tableau 9-38 (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. Toutefois, les prélèvements sont effectués chaque année à la même période, ce qui permet de détecter des évolutions anormales d'une année sur l'autre (écoulement, tarissement, augmentation d'activité radiologique).

Cette année, seuls 5 prélèvements ont pu être effectués en galerie ouest et 4 en galerie centrale compte tenu d'écoulements faibles.

Le BRS145 situé en galerie ouest ne présentait pas assez d'écoulement pour effectuer un prélèvement, or ce BRS est généralement le point présentant l'activité bêta globale la plus importante en lien avec la présence de <sup>137</sup>Cs.

Cette année, c'est le BRS027 qui présente l'activité bêta globale la plus importante (110 Bq/L, cf. Tableau 9-37). Le niveau de tritium mesuré dans le BRS027 est cohérent avec la concentration de tritium mesuré au BRS-OU.

De même, en galerie centrale, le débit du BRS106 n'a pas permis la réalisation d'un prélèvement. Ce BRS est généralement celui dont l'activité radiologique bêta est la plus élevée, cette activité correspondant pour plus d'un tiers à la présence de potassium.

Cette année, le BRS048 présente l'activité bêta la plus importante (190 Bq/L, cf. Tableau 9-38).

Le niveau de tritium mesuré dans ces BRS est cohérent avec la concentration de tritium mesuré au BRS-OU. Les concentrations ponctuelles de tritium sont similaires à celles de 2021.

### 4.9.2 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 hebdomadaires au point de contrôle BRS-ES : les résultats sont présentés

dans le tableau 9-39. Les effluents de la branche Est sont légèrement plus basiques que ceux de la branche Ouest.

À partir de ces résultats, le tableau 4-30 récapitule les concentrations moyennes pondérées par les débits.

*Tableau 4-30 Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-ES*

Paramètres	Moyenne	Maximale	Minimale
Tritium (Bq/L)	30 000	43 000	14 000
Indice alpha global (Bq/L)	3,1	6,1	2,1
Indice bêta global (Bq/L)	62	140	34
Potassium (mg /L)	1 500	2 400	980

Les résultats de l'année 2022 sont en nette augmentation par rapport à ceux de l'année 2021. Cependant, cette évolution est liée aux débits plus faibles cette année (3,7 ml/min en moyenne en 2021 pour une moyenne de 2,6 ml/min en 2022) qui impact la concentration volumiques sans avoir d'impact sur la quantité relâchée. Comme habituellement constaté, la concentration en tritium de ces effluents reste moins élevée que les effluents de la branche ouest. A 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 9-40. 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. Toutefois, les prélèvements sont effectués chaque année à la même période ce qui permet de détecter des évolutions d'une année sur l'autre (écoulement, tarissement, augmentation d'activité radiologique).

Seuls le BRS123 et le BRS126 présentaient des écoulements suffisants pour réaliser un prélèvement en galerie est et aucun prélèvement n'a pu être réalisé en galerie sud. Les activités tritium mesurées dans ces deux BRS montrent qu'ils ne sont pas les principaux contributeurs en termes d'apport de tritium au BRS-ES.

#### 4.9.3 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 le tableau 4-31.

*Tableau 4-31 Résultats des mesures des prélèvements ponctuels annuels au BRS002 et au BRS149*

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Tritium (Bq/L)	Indice αG (Bq/L)	Indice βG (Bq/L)	Potassium (mg/L)	pH
BRS002	16/06/22	141 +/- 26	86 +/- 16	134 +/- 15	8,8 +/- 0,7	7,5 +/- 0,1
BRS149	16/06/22	121 +/-10	0,23 +/- 0,12	1,1 +/- 0,3	8,0 +/- 0,6	8,0 +/- 0,1

Le plus gros contributeur en termes de volume (cf. § 4.3.5) mais aussi en termes d'apport de RN au BRS0bis est le BRS002. La valeur ponctuelle de tritium mesurée au BRS002 et au BRS149 est cohérente avec celles mesurées au BRS0bis (cf. Tableau 4-27). Les valeurs ponctuelles des indices alpha et bêta globaux mesurées au BRS002 ne sont pas représentatives des résultats habituels (cf. Tableau 4-27). Ces valeurs semblent aberrantes compte tenu du REX sur les mesures acquises sur ce point de surveillance.

Pour confirmer ce biais, un prélèvement a été réalisé au début de l'année 2023 et les résultats de 2022 n'ont pas été confirmés. Les résultats au BRS149 sont compatibles avec ceux habituellement mesurés en ce point de surveillance.

#### **4.9.4 Conclusion**

En 2022, les concentrations volumiques en tritium ont diminué au point de contrôle BRS-OU et augmenté au point de contrôle BRS-ES. Mais globalement la quantité de tritium relâchée au BRS0 est en diminution compte tenu des volumes transitant en ces deux points de surveillance.

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



# La surveillance de l'environnement du Centre de stockage de la Manche

<i>5.1 Introduction</i>	<i>120</i>
<i>5.2 Surveillance des eaux souterraines</i>	<i>120</i>
<i>5.3 Surveillance des eaux superficielles</i>	<i>154</i>
<i>5.4 Surveillance radiologique atmosphérique</i>	<i>165</i>
<i>5.5 Surveillance complémentaire</i>	<i>168</i>

## 5.1 Introduction

L'Andra CSM réalise, en complément du suivi des effluents, une surveillance radiologique, chimique et physico-chimique régulière des compartiments aquatique et atmosphérique de l'environnement attenant au site du CSM :

- surveillance des hauteurs piézométriques ;
- surveillance radiologique et physico-chimique des eaux souterraines qui alimentent les ruisseaux ;
- surveillance radiologique et physico-chimique des eaux superficielles (ruisseaux) et des sédiments associés ;
- surveillance radiologique atmosphérique : pluie (cf. Chapitre 4.2), poussières et végétaux.

Le suivi de la nappe est effectué afin d'évaluer l'impact de l'installation sur les eaux souterraines, et peut mettre en évidence des anomalies liées au stockage (élévation anormale de l'activité en tritium, présence de RN artificiels). Il est à noter que les eaux de la nappe phréatique présentent par endroits un marquage en tritium lié à une contamination historique. Toutefois, ces eaux ne sont destinées à aucun usage domestique.

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.

Les aérosols jouent un rôle important dans la dispersion des pollutions. Même si le Centre n'effectue pas de rejet gazeux canalisé, il participe à la surveillance de ce compartiment environnemental qui, en cas de pollution, peut avoir un impact sur l'homme.

## 5.2 Surveillance des eaux souterraines

### 5.2.1 Présentation générale – principe de la surveillance

La localisation des piézomètres permettant le contrôle de la qualité et de l'évolution de la nappe phréatique est présentée en figure 5-1.

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.

Les piézomètres Andra sont implantés sur le site ou à proximité ; ils sont au nombre de 60. Les piézomètres appartenant à Orano Recyclage permettent de compléter les mesures effectuées par l'Andra.

Les piézomètres suivis par l'Andra sont appelés par le préfixe PO (en bleu sur la figure 5-1) et ceux suivis par Orano Recyclage sont appelés par le préfixe PZ (en rouge sur la figure 5-1).



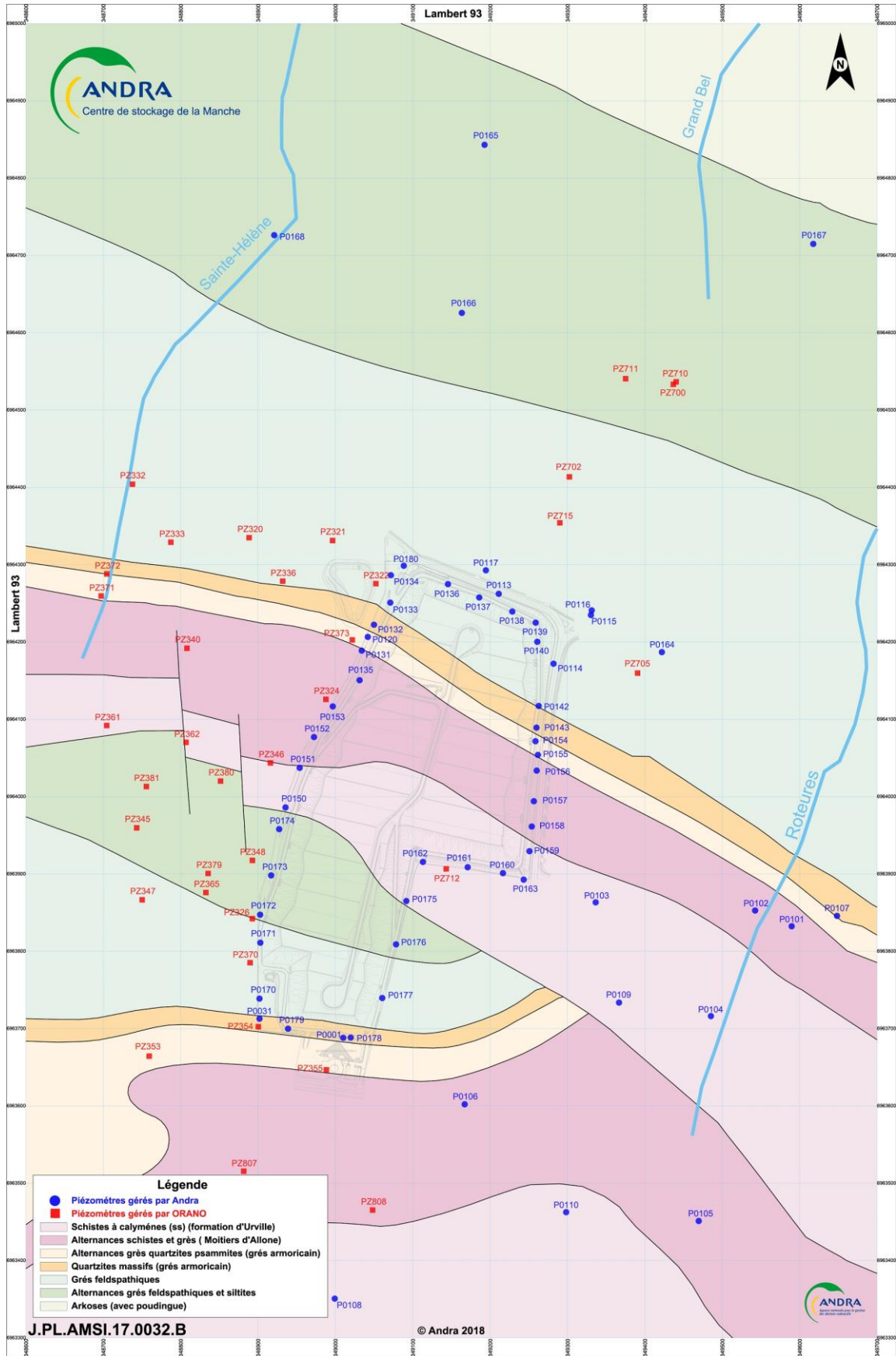


Figure 5-1

Localisation des piézomètres

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 radiologiques et physico-chimiques de ces eaux. Ceci facilite la surveillance pluriannuelle des eaux souterraines.

Le tableau 5-1 présente de façon synthétique cette répartition ainsi que le nombre de prélèvements et le type d'analyse réalisés par zone.

Tableau 5-1 Répartition des piézomètres par secteur et par type de surveillance

Zones	Situations par rapport au CSM		Piézomètres par type de surveillance		
	Géographique	Hydraulique	Hauteur piézométrique	Surveillance Radiologique	Surveillance physico-chimique
1	Sud-Est Figure 5-9	Amont, zone de recharge	Tous les piézomètres de la Figure 5-1	PO001, PO158, PO159, PO160, PO161, PO162, PO175, PO176, PO177, PO178	PO001, PO160, PO175
2	Sud-Ouest Figure 5-10	Zone influencée par le rabattement du bâtiment EEV-SE		PO150, PO151, PO170, PO171, PO172, PO173, PO174, PO179, PZ326	EVT-7, PO172, PO174
3	Nord-Est Figure 5-13	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, PZ715	PO113, PO114, PO115, PO139, PO142, PO156, PO158, PZ700, PZ715
4	Nord-Ouest Figure 5-17	Secteur influençant le ruisseau de la Sainte-Hélène		PO120, PO131, PO132, PO133, PO134, PO135, PO136, PO152, PO153, PO180, PZ320, PZ321, PZ322, PZ324, PZ340, PZ371	PO131, PO136, PO153, PO168, PO180, PZ322
5	Nord Figure 5-22	Aval hydraulique du Centre regroupant également la crête piézométrique		PO113, PO114, PO117, PO133, PO134, PO136, PO137, PO138, PO139, PO140, PO142, PO180	PO180, PO136, PO139, PO113, PO114

### 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 du site.

Ainsi, 6 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.

### Surveillance radiologique

Les analyses radiologiques sur les eaux de la nappe sont effectuées sur des prises d'échantillons (canne de prélèvement) ponctuelles à fréquences mensuelles, bimestrielles ou semestrielles : les résultats sont présentés dans le tableau 9-41 et le tableau 9-42. 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 9-41 et le tableau 9-42 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.

Le suivi du tritium s'appuie sur l'exploitation de similarités de comportement entre piézomètres pour obtenir une interprétation aussi robuste que possible, tant pour le suivi de l'évolution du marquage que pour la détection d'une éventuelle évolution induite par la pose de la couverture.

Le tableau 9-44 précise l'ensemble des valeurs (moyennes, minimum et maximum des résultats des activités volumiques sur 2022) caractérisant les piézomètres Andra et Orano Recyclage, analysés dans le cadre de la surveillance du Centre.

Des analyses radiologiques à bas seuil sont réalisées annuellement sur les piézomètres PO001, PO113, PO131, PO137, PO138, PO140, PO159, PO168, PO173, PO174, PO180, PZ700. Les résultats sont présentés dans le tableau 9-45 et le tableau 9-46.

Cette année, les analyses quinquennales à bas seuil par spectrométrie alpha ont été réalisées sur les piézomètres PO001, PO131, PO138, PO159, PO174 et PO180. Les résultats sont présentés dans le tableau 9-47.

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 prochaine campagne de mesure de concentration tritium en profondeur sur les huit piézomètres étudiés (PO113, PO120, PO132, PO133, PO136, PO142, PO143, PO156) est prévue en 2024 (suivi à fréquence quinquennale).

### 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 5-1). 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 9-47, le tableau 9-48, le tableau 9-49 et le tableau 9-50.

La liste des paramètres suivis a été complétée depuis janvier 2012 par la caractérisation des métaux dissous, nitrites et orthophosphates, tels que spécifiés dans l'arrêté modifié du 17 décembre 2008 (35) fixant les normes de qualité environnementales (NQE). Le tableau 5-2 précise les concentrations à ne pas dépasser pour les paramètres mesurés dans le cadre de la surveillance de l'environnement du CSM, en cohérence avec l'arrêté précité.

Tableau 5-2 Valeurs seuils des paramètres mesurés dans les eaux souterraines du CSM (selon arrêté 17 décembre 2008 (35))

Paramètres	Valeurs seuils retenues au niveau national
Arsenic dissous	10 µg/L
Cadmium dissous	5 µg/L
Mercure dissous	1 µg/L
Plomb dissous	10 µg/L
Nitrites	0,3 mg NO <sub>2</sub> /L
Orthophosphates <sup>7</sup>	0,5 mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L

## 5.2.2 Suivi du niveau piézométrique

### 5.2.2.1 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 millimètres) dont l'épaisseur dépend des conditions climatiques (pluie, évapotranspiration (ETP)) et de l'état hydrique du sol et du sous-sol. Le calcul de la recharge est réalisé avec le code MHYREN, modèle global 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, ETP, infiltration, écoulements superficiels et souterrains). À partir de 2020, le même modèle a été utilisé, mais en utilisant le code Gardenia : la comparaison des calculs effectués par les deux modèles n'a pas montré de différence significative après stabilisation des paramètres.

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 climatologiques utilisées sont les cumuls pluviométriques journaliers relevés à la station de Jobourg et l'ETP mensuelle à la station météo de Valognes ; cette dernière ayant été abandonnée, les données de point de grille le plus proche de la station (Bricquebec) ont été fournies par Météo France® en remplacement, et la comparaison des données d'ETP sur une période commune n'a pas montré de différence significative.

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 5-1) dans un secteur situé hors influence hydraulique des aménagements de l'Andra ou d'Orano Recyclage.

La figure 5-2 présente l'évolution de la recharge cumulée.

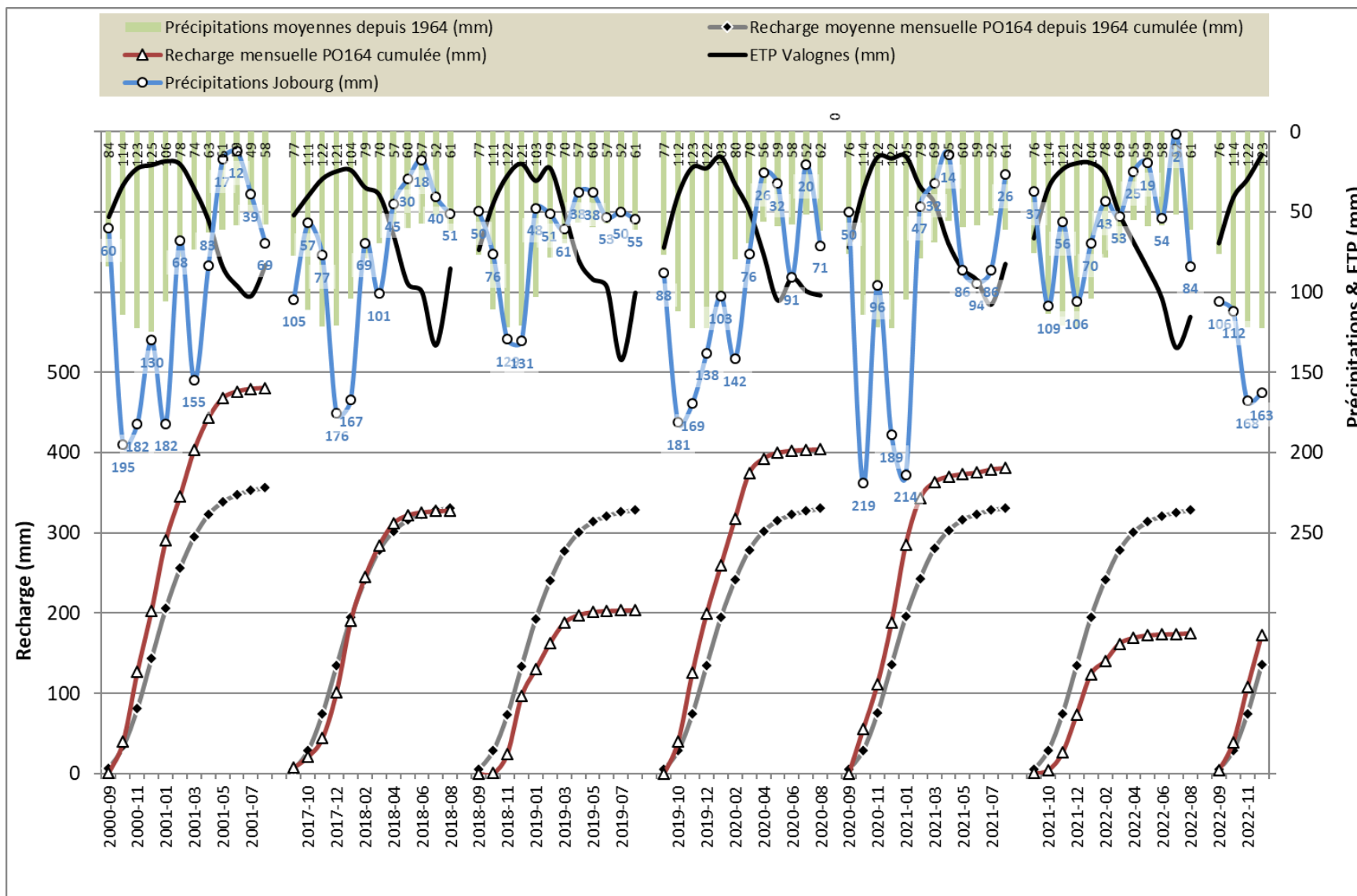
Après une succession d'années hydrologiques déficitaires depuis 2001-2002, 2012-2013 s'était distinguée par une répartition relativement habituelle des précipitations et donc de la recharge, mais avec des recharges très importantes (448 mm), en particulier en début de période. 2013-2014 était beaucoup plus proche de la recharge moyenne annuelle depuis 1964 (+10 %). À partir de l'année 2014-2015, de nouveaux déficits apparaissent, de plus en plus marqués (respectivement de 2014-2015 à 2016-2017 : -17 %, -24 %, -51 %). L'année hydrologique 2017-2018 fait exception à cette série, avec une distribution de la recharge très proche de la recharge moyenne annuelle depuis 1964 (-1 %), mais une recharge cumulée très déficitaire (-38 %) lui succède en 2018-2019. Les deux années hydrologiques

<sup>7</sup> Les orthophosphates (appelés aussi phosphates) correspondent à une forme minérale oxydée du phosphore.

2019-2021 présentent des profils de recharge beaucoup plus intenses, avec, en fin d'année hydrologique, des cumuls excédentaires de l'ordre de 20 %.

En termes de saisonnalité, l'année 2021-2022 présente un profil de recharge proche de 2018-2019, 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, conférant un cumul excédentaire de +27 % à fin 2022. Pour comparaison, à fin 2022 la recharge cumulée (172,3 mm) est équivalente à la recharge cumulée sur toute l'année hydrologique 2021-2022 (175,2 mm).



### 5.2.2.2 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 5-3), 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 courant 2007, et d'octobre 2020 à janvier 2021. Les évolutions piézométriques répondent de manière relativement fidèle aux variations de recharge.

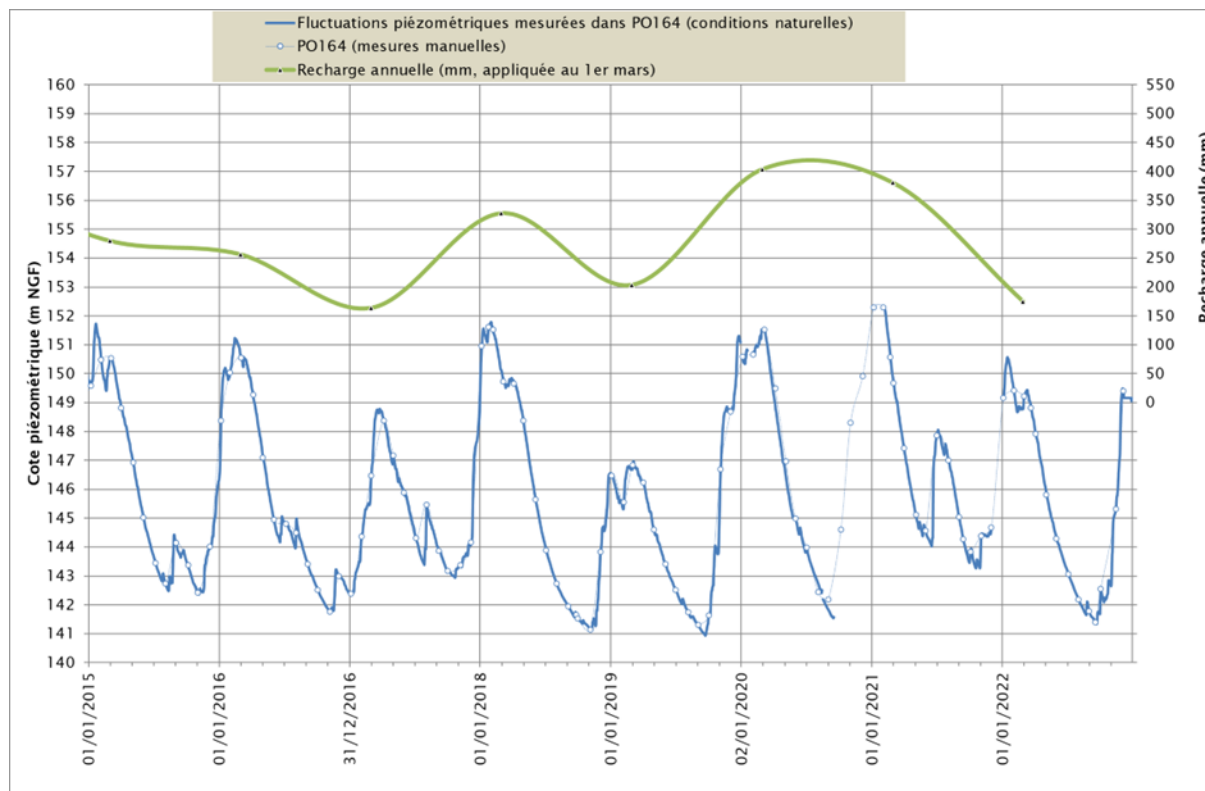


Figure 5-3 Fluctuations piézométriques observées sur PO164

En 2018, les hautes eaux sont bien marquées, ainsi que les basses eaux, alors qu'en 2019, les hautes eaux sont peu marquées en début d'année, du fait de recharges plutôt faibles, mais bien plus en décembre. Les années 2020 et 2021 présentent une forte recharge et un profil hydrologique relativement courant, avec une période de basses eaux post-estivale (septembre à octobre) encadrée par deux périodes de hautes eaux hivernales (décembre à mars). Seule exception, l'épisode de recharge de juillet 2021. Les recharges très faibles de 2022 amènent à des hautes et basses eaux à des niveaux globalement très bas. La reprise de la recharge fin 2022 engendre une réponse rapide de la nappe, pour atteindre des niveaux conformes à ce qui est habituellement rencontré à cette période sur ce piézomètre.

### 5.2.2.3 Détermination des périodes hautes et basses eaux

Les campagnes représentatives des situations de hautes et basses eaux sont identifiées de manière automatique par l'appliquet Excel en recherchant les dates auxquelles sont effectivement atteints les niveaux extrêmes sur les neuf piézomètres équipés d'enregistreurs automatiques.

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.

Statistiquement, les campagnes représentatives des hautes et basses eaux sont respectivement les campagnes de janvier et de septembre 2022 (cf. Figure 5-4 et figure 5-5).

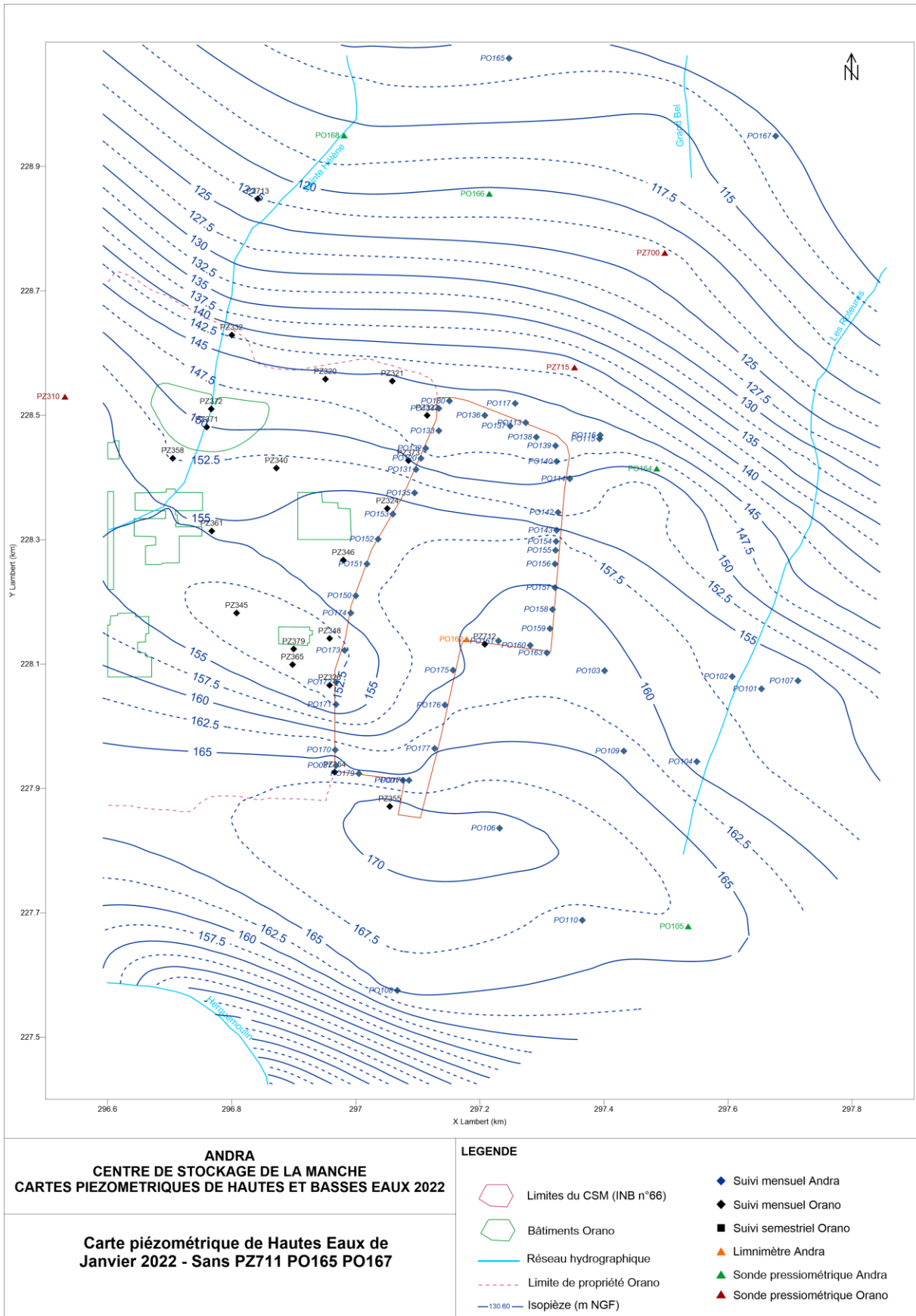


Figure 5-4

Carte piézométrique de hautes eaux (janvier 2022)



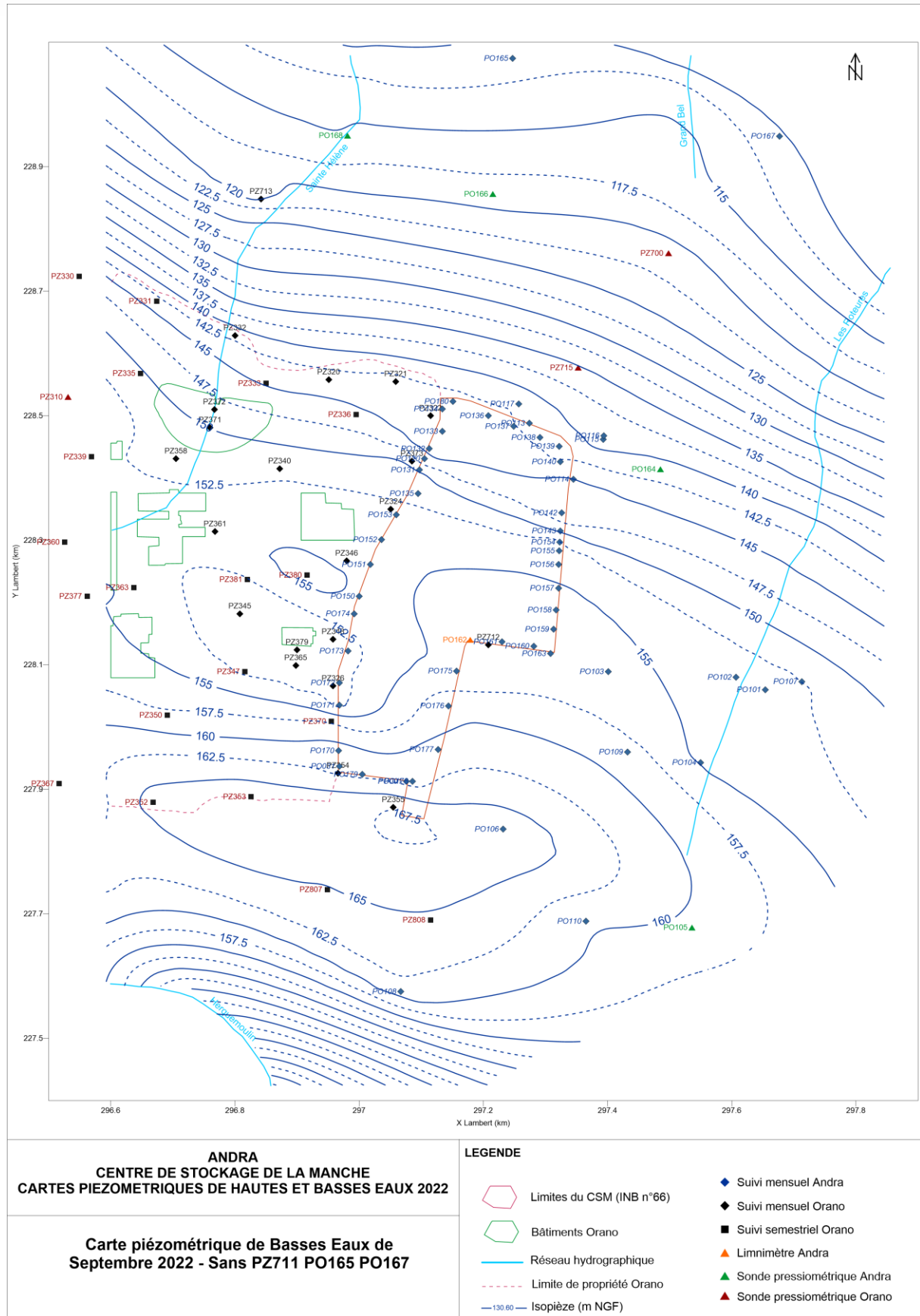


Figure 5-5

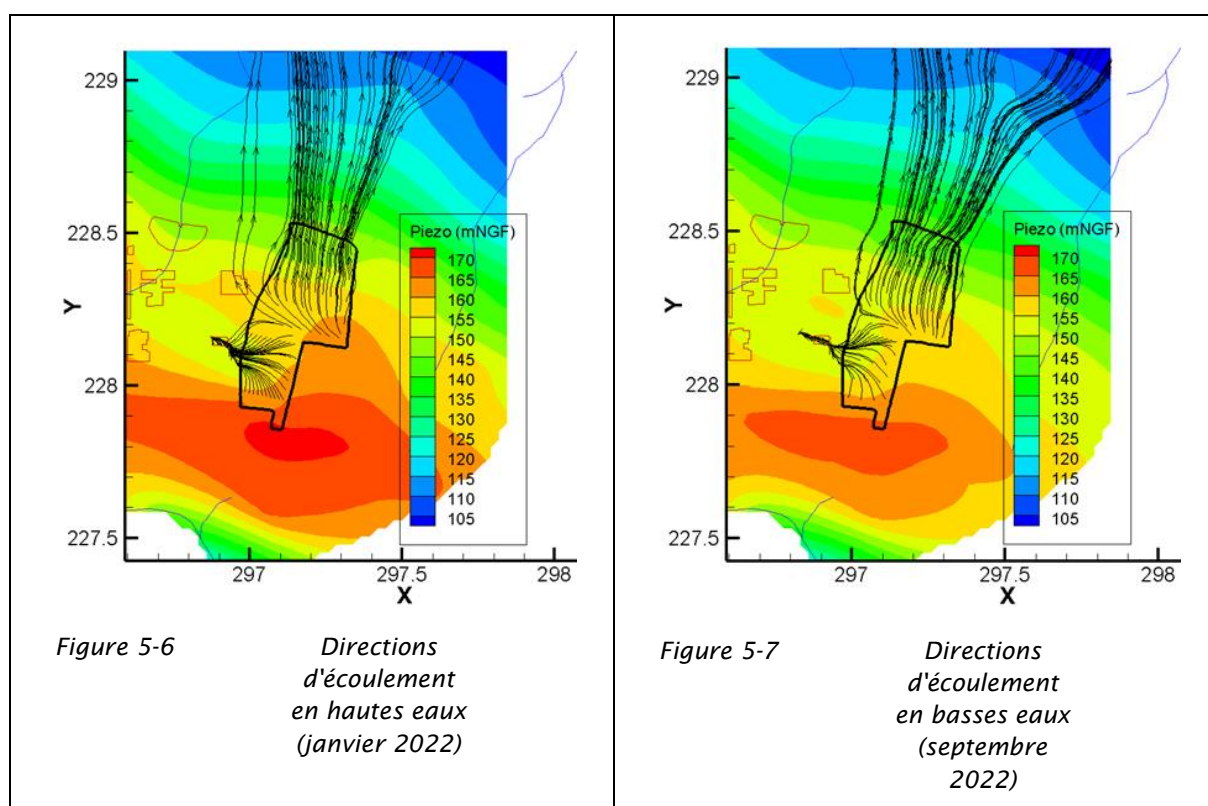
Carte piézométrique de basses eaux (septembre 2022)

#### 5.2.2.4 Direction des écoulements

La figure 5-6 et la figure 5-7 présentent les directions d'écoulement de la nappe en 2022, établies à partir des relevés de niveaux piézométriques effectués en période de hautes et basses eaux (cf. § 5.2.2.3).

Comme pour les années précédentes, 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 (PO136, PO139).

Les directions d'écoulements dépendent 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 dirigés vers le drainage du site Orano à l'Ouest, et au Nord évolue 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.



Les directions d'écoulement en période de hautes et basses eaux montrent l'influence du pompage au bâtiment EEV-SE d'Orano qui draine les eaux souterraines sous une partie de l'usine de la Hague et la partie Sud du stockage du CSM.

En période de hautes eaux, la partie Nord du stockage est drainée principalement vers le ruisseau de la Sainte-Hélène. En période de basses eaux, la distribution des trajectoires d'écoulement est différente ; ainsi, une plus grande proportion des trajectoires se dirige vers le Nord-Est (ruisseau du Grand Bel).

#### 5.2.2.5 Pompages

Seul le rabattement induit par le drainage effectué par Orano Recyclage au niveau du bâtiment EEV-SE, à la cote 150,70 m NGF<sup>8</sup>, 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 pompes, 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 5-6 et figure 5-7).

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 suite à un arrêt des pompes de relevage en EEV-SE. Aucun arrêt des pompes n'a eu lieu en 2022 et l'influence sur les piézomètres 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 6,8 m<sup>3</sup>/h sur l'année 2022. Il en résulte que le volume d'eau pompé en 2022 est estimé à 59 856 m<sup>3</sup> (cf. Tableau 9-43).

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.

#### 5.2.2.6 Position de la nappe vis—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'eux<sup>9</sup>.

La figure 5-8 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 (26) (distance 'toit de la nappe - ouvrages' inférieure à 0,5 mètres à la base des ouvrages) est respecté pour la période des hautes eaux 2022.

<sup>8</sup> En NGF, l'altitude zéro (NGF 0) de référence est déterminée par le marégraphe de Marseille.

<sup>9</sup> Le niveau d'attention est calé sur la cote piézométrique correspondant à un niveau inférieur de l'ordre de 50 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

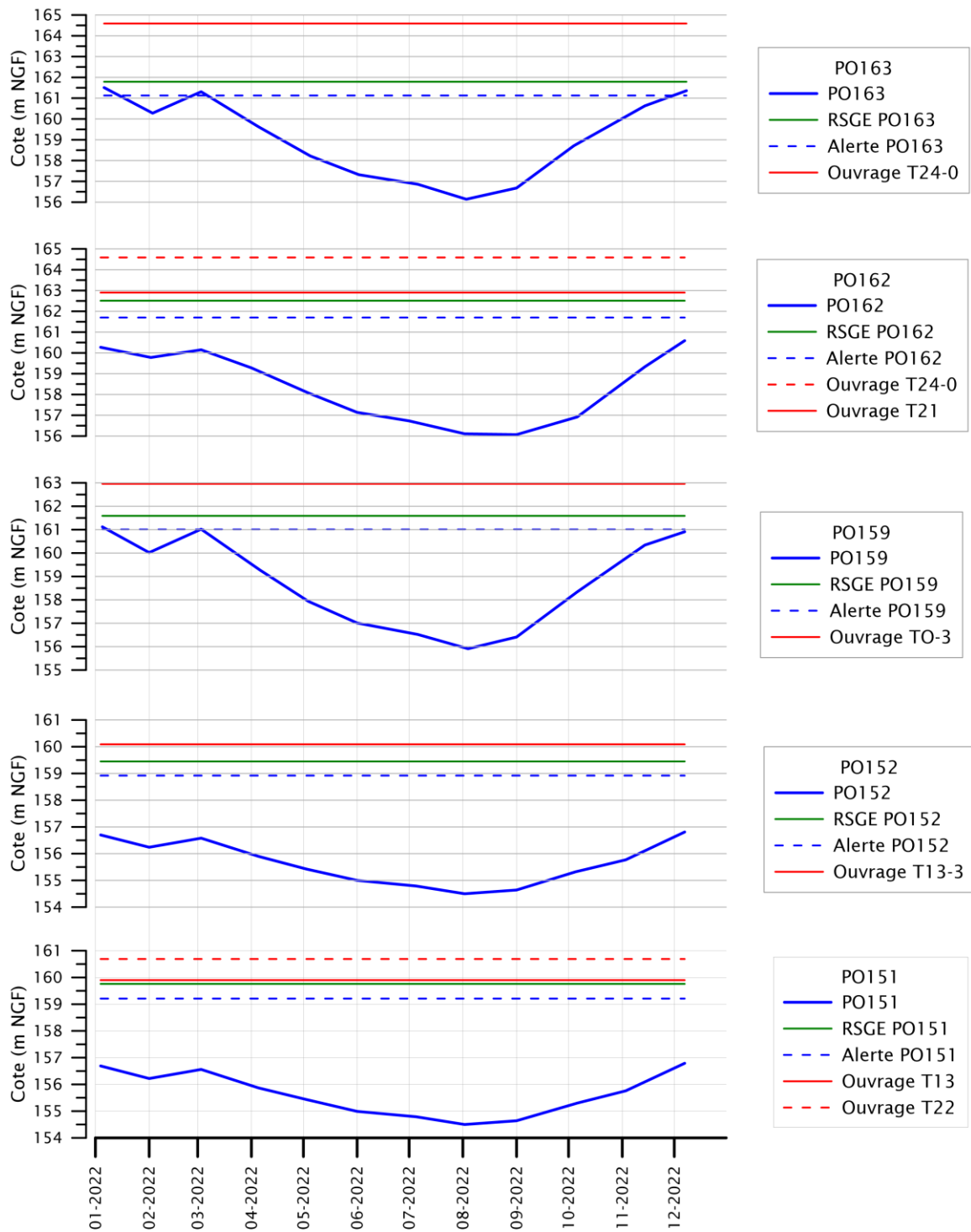


Figure 5-8 Évolution de la nappe au droit des sondes d'attention

Le tableau 5-3 synthétise les périodes de déclenchement des sondes « d'attention ». En fin d'année 2021 et début d'année 2022 (période de hautes eaux) puis de nouveau en fin d'année 2022, deux sondes ont été immergées sans toutefois atteindre les seuils d'alertes (1 mètre sous la base des ouvrages).

Tableau 5-3 *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	03/01/2022	17/01/2022	Le piézomètre PO159 est situé à proximité de l'ouvrage TO3
	03/03/2022	05/03/2022	
	19/12/2022	30/01/2023	
PO163	31/12/2021	22/01/2022	Le piézomètre PO163 est situé à proximité de l'ouvrage T24-0
	02/03/2022	10/03/2022	
	19/11/2022	07/02/2023	

### 5.2.3 Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur sud, sud-est (zone 1)

Les principaux piézomètres de la zone 1 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la figure 5-9. Cette zone est située au Sud-Sud-Est du Centre, en amont hydraulique du CSM

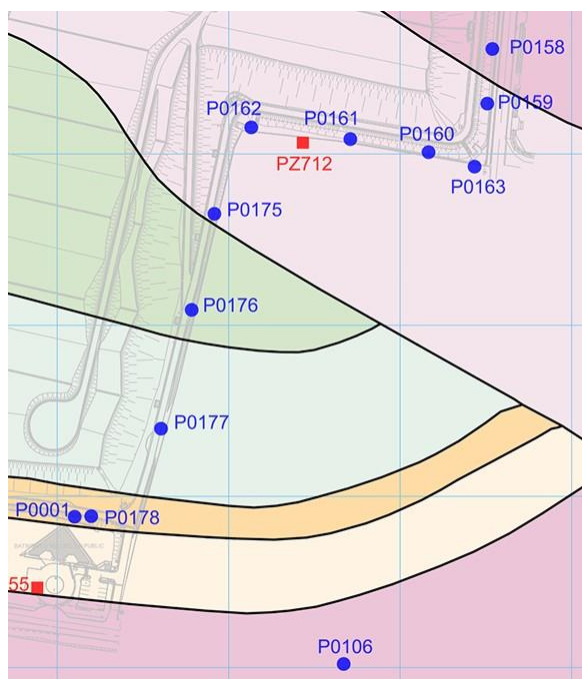


Figure 5-9 *Piézomètres de la zone 1*

### 5.2.3.1 Suivi radiologique

Le tableau 5-4 indique les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 1 mesurés en 2022.

Tableau 5-4 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 1

Point de prélèvement	Moyenne alpha (Bq/L)	Max alpha (Bq/L)	Moyenne bêta (Bq/L)	Max bêta (Bq/L)	Moyenne tritium (Bq/L)	Max tritium (Bq/L)
PO001	0,11	0,22	0,17	0,27	≤3,34	4,7
PO158	0,05	0,07	0,11	0,16	12,25	16,2
PO159	≤0,02	0,03	0,06	0,11	≤2,83	4,7
PO160	0,21	0,29	0,16	0,17	≤3,15	3,9
PO161	0,32	0,48	0,23	0,23	≤3,35	4,5
PO162	0,06	0,07	0,14	0,15	≤2,25	≤2,30
PO175	0,12	0,16	0,23	0,30	≤2,10	≤2,10
PO176	0,06	0,07	0,12	0,12	≤2,20	≤2,30
PO177	0,04	0,05	0,12	0,13	≤2,20	≤2,30
PO178	0,06	0,09	0,12	0,15	4,0	5,2

Comme les années précédentes, le PO161, le PO160, le PO175 et le PO001 présentent un indice alpha global relativement élevé (supérieur à la référence de qualité de 0,1 Bq/L définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (32)). Des analyses complémentaires ont été effectuées, en 2013, 2019 et 2021, et montrent que ces valeurs sont dues à des RN naturels issus de la chaîne de désintégration de l'<sup>238</sup>U. En effet, la radioactivité naturelle dans les eaux souterraines est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elles traversent (schistes à calymènes de la formation d'Urville). Il est à noter qu'aucun RN artificiel n'a été détecté lors de ces analyses complémentaires.

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 (32).

La plus forte activité en tritium mesurée dans les piézomètres de la zone 1 se trouve, comme les années précédentes, dans le piézomètre PO158. Il présente une activité volumique moyenne en tritium (12 Bq/L) en baisse par rapport à 2021 (16 Bq/L). Les autres piézomètres de la zone présentent des résultats très inférieurs à 10 Bq/L dont de nombreux résultats sont inférieurs aux SD.

En 2022, les prélèvements annuels et quinquennaux concernant les analyses radiologiques à bas seuil (cf. Tableau 9-45, tableau 9-46 et tableau 9-47) ont été réalisés sur deux piézomètres situés en zone 1 Sud-Est, dite de recharge, endroit où la distance nappe ouvrage est la plus faible en période de hautes eaux (PO159) et un piézomètre placé en amont hydraulique, le PO001 au Sud du Centre.

Du tritium, à des concentrations comparables à celles mesurées tout au long de l'année, est mesuré dans le PO159. Pour la première fois du carbone 14 est mesuré dans le PO001 ; ce RN est régulièrement mesuré dans l'environnement français et en particulier dans les différents compartiments de l'environnement de la Hague (33). L'origine de ce RN dans la nappe phréatique située sous le site du CSM n'est pas clairement définie, toutefois ce RN, présent dans les déchets stockés sur le site, peut provenir du stockage. Aucun autre radionucléide d'origine artificielle n'a été détecté. Il est à noter que compte tenu des pH acides mesurés dans le PO001 (proche de 5), le carbone 14 mesuré est présent sous forme organique.

### 5.2.3.2 Suivi physico-chimique

La composition chimique des eaux dans les piézomètres de la zone 1 (cf. Tableau 9-48) est stable par rapport à 2021. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 4,6 et 5,7). La présence régulière d'aluminium, de baryum, de fer et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur. Les valeurs élevées de MES constatées en période de basses eaux dans le PO175 sont confirmées cette année. La présence de MES traduit une forte turbidité de ces eaux. Un diagnostic de 19 piézomètres à l'intérieur du CSM a été réalisé en 2022 (cf. 2.1.4.2, (24)) et ne mets pas en évidence de dégradation spécifique du PO175, l'origine de cette variabilité de MES n'est pas connue à ce jour.;

### 5.2.4 Surveillance radiologique et physico-chimique : 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 5-10.

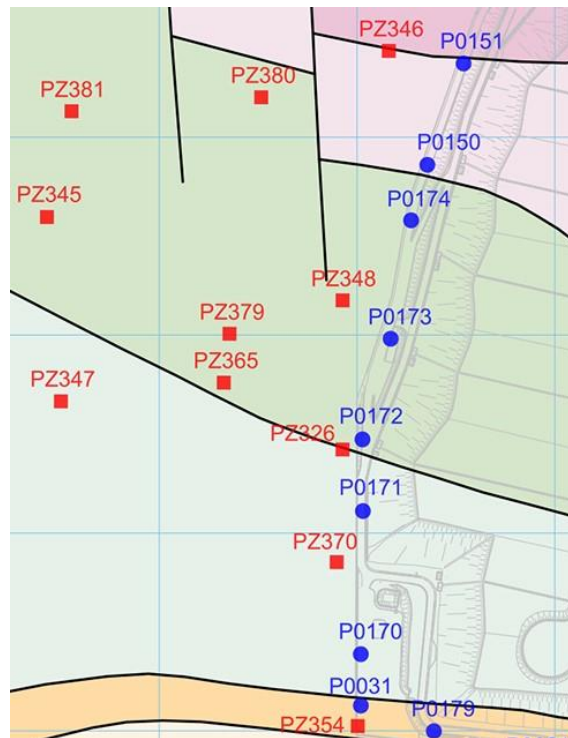


Figure 5-10 Piézomètres de la zone 2

## 5.2.4.1 Suivi radiologique

Le Tableau 5-5 indique les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 2 mesurés en 2022.

Tableau 5-5 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 2

Point de prélèvement	Moyenne alpha (Bq/L)	Max alpha (Bq/L)	Moyenne bêta (Bq/L)	Max bêta (Bq/L)	Moyenne tritium (Bq/L)	Max tritium (Bq/L)
PO150	0,11	0,17	0,29	0,4	16	21
PO151	0,02	0,03	0,13	0,4	5,0	8,3
PO170	0,20	0,26	0,32	0,37	2,4	2,5
PO171	0,05	0,07	0,11	0,14	70	91
PO172	0,04	0,06	0,11	0,15	104	127
PO173	0,04	0,06	0,12	0,18	2,1	2,5
PO174	0,06	0,11	0,17	0,26	8,1	13
PO179	0,08	0,08	0,12	0,12	2,2	2,2
PZ326	≤0,05	0,09	≤0,11	0,2	151	220

Les résultats 2022 sont comparables aux résultats de 2021. Comme les années précédentes, les piézomètres PO150, PO170 et PO174 présentent un indice alpha global relativement élevé (supérieur à la référence de qualité de 0,1 Bq/L définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (19)). Des analyses complémentaires ont été effectuées, en 2013 et 2017, et montrent que ces valeurs sont dues à des RN naturels issus de la chaîne de désintégration de l'<sup>238</sup>U. En effet, la radioactivité naturelle dans les eaux souterraines est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elles traversent (grès feldspathiques). Il est à noter qu'aucun RN artificiel n'est détecté.

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 (32).

Le secteur rapproché formé par les piézomètres PO171, PO172 et PZ326 présente une activité volumique moyenne en tritium comprise entre 70 Bq/L et 151 Bq/L. Ces valeurs sont supérieures à la moyenne du secteur mais cohérentes d'une année sur l'autre. En effet, la zone non saturée (ZNS), située sous le stockage, est marquée en tritium (de façon historique ou par relâchement diffus actuel). Le rabattement mené en EEV-SE et les fluctuations saisonnières de la nappe brassent le milieu, ce qui peut expliquer le marquage particulier des piézomètres PO171, PO172 et PZ326. Par ailleurs, les ouvrages de cette zone, dont TBW-1 en particulier, présentent une activité importante en tritium, ce qui peut induire un transfert de cet élément vers l'aquifère.

En 2022, les prélèvements annuels concernant les analyses radiologiques à bas seuil (cf. Tableau 9-45 et tableau 9-46) ont été réalisés sur deux piézomètres situés en zone 2 (PO173, PO174) qui interceptent les eaux rabattues par le pompage en EEV-SE. Les mesures quinquennales de spectrométrie alpha (cf. Tableau 9-47) ont été réalisées sur le PO174.

La présence de tritium est détectée à des concentrations comparables à celles mesurées tout au long de l'année. Du carbone 14 a été mesuré dans le PO174 et dans le PO173 à un niveau relativement faible. Ce RN est régulièrement mesuré dans l'environnement français et en particulier dans les différents compartiments de l'environnement de la Hague (33). L'origine de ce RN dans la nappe phréatique située sous le site du CSM n'est pas clairement définie. Il est à noter que compte tenu des pH acides mesurés dans la nappe phréatique, le carbone 14 mesuré est présent sous forme organique.



#### 5.2.4.2 Suivi de l'indicateur d'évolution du tritium

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique moyenne du tritium de la zone 2 au sud-ouest est présentée en Figure 5-11 ; l'évolution de la tendance par piézomètre, entre 2021 et 2022, est donnée dans le Tableau 5-6.

L'indicateur correspondant à la moyenne des résultats tritium des piézomètres de la zone 2 est en diminution en 2022 par rapport à 2021, respectivement 40 et 44 Bq/L.

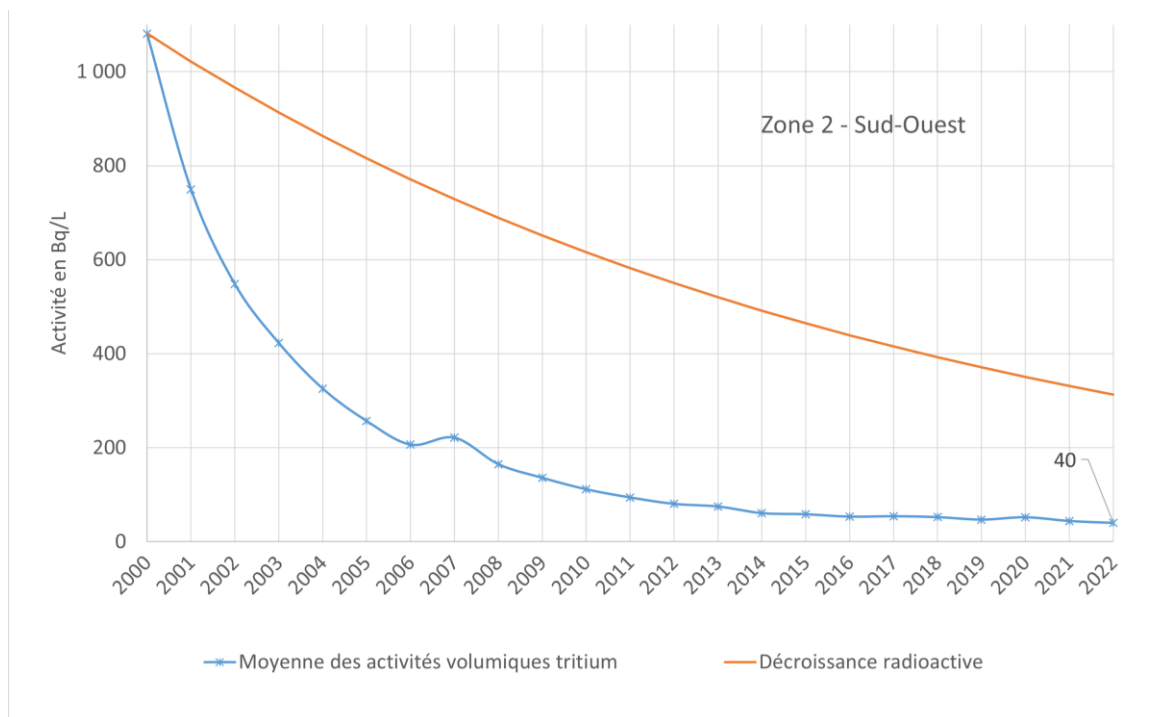


Figure 5-11 Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 2 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium

Tableau 5-6 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2

Piézomètre	Tendance 2021-2022	Commentaire
PO150	-26 %	L'évolution de l'indicateur tritium de la zone 2 est en diminution par rapport à 2021. Il est à noter que l'évolution de cette zone est essentiellement due à l'évolution des piézomètres PO171, PO172 et PZ326 dont le PO171 et le PZ326 sont en diminution cette année. Le PO172 est le seul qui présente une augmentation qui passe de 65 à 104 Bq/L de concentration annuelle moyenne.
PO151	-36 %	
PO170	-14 %	
PO171	-33 %	
PO172	+60 %	
PO173	-60 %	
PO174	-59 %	
PO179	-21 %	
PZ326	-11 %	

La Figure 5-12 présente, sur une échelle de temps plus large, l'évolution de l'activité tritium des piézomètres ayant les activités tritium les plus élevées du secteur de la zone 2.

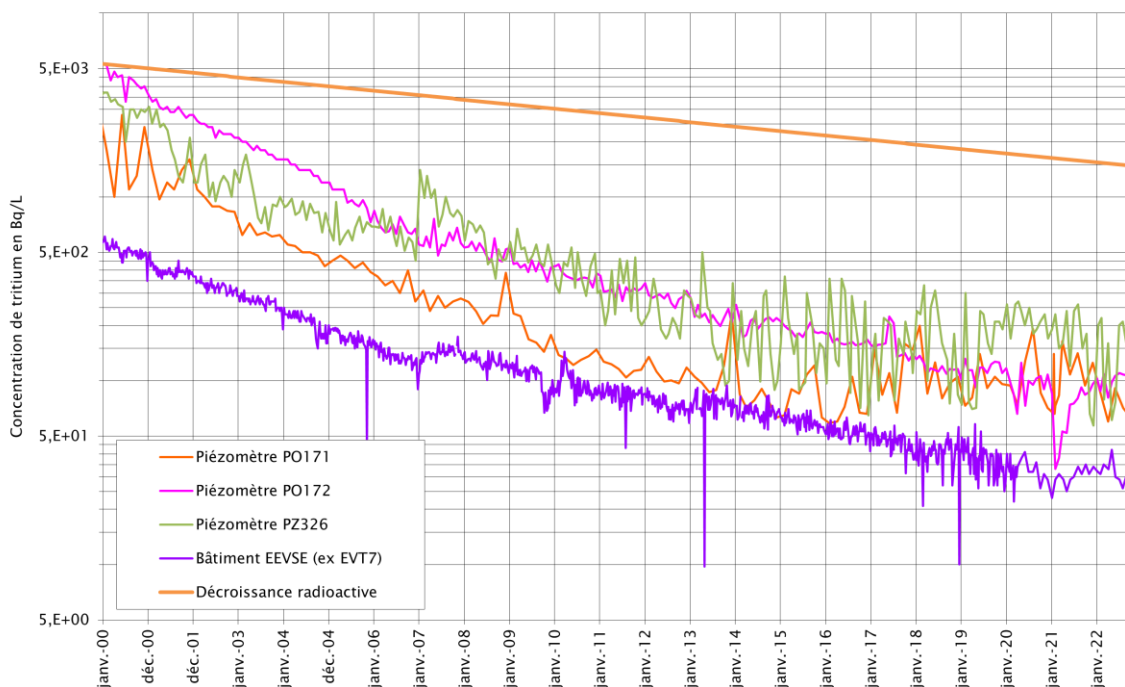


Figure 5-12 Évolution de l'activité en tritium dans les principaux piézomètres de la zone Sud-Ouest (zone 2) depuis 2000

On constate pour l'évolution de la concentration volumique en tritium dans la zone 2 :

- une baisse régulière de la concentration volumique en tritium dans l'ensemble des piézomètres de cette zone avec une diminution plus forte que celle théorique liée à la décroissance radioactive jusqu'en 2014 (en dehors de 2007 qui a présenté une augmentation) ;
- des variations plus accentuées de la concentration en tritium depuis 2013 au PZ326 mais conduisant toutefois à une certaine stabilisation ;
- la confirmation de la stabilisation de la concentration en tritium dans le PO171 malgré des fluctuations relativement importantes ;
- la stabilisation des valeurs de concentration de tritium qui oscillent autour de 100 Bq/L dans le PO172 après la forte diminution de la concentration volumique en tritium dans le PO172 constatée dans la première partie de l'année 2021 ;
- la valeur moyenne annuelle mesurée dans EVT-7 (32 Bq/L) est cohérente avec l'indicateur tritium de la zone 2 (40 Bq/L).

Les variations illustrent un comportement différent de ces piézomètres lié à des effets de circulation dans les fractures et à des fluctuations de géologie, s'inscrivant pour autant dans un comportement global à la baisse.

#### 5.2.4.3 Suivi physico-chimique

La composition chimique des eaux dans les piézomètres de la zone 2 (cf. Tableau 9-49) est stable par rapport à 2021. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 5,5 et 5,9). 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. Ce piézomètre sera examiné lors de la campagne 2023 de diagnostic de l'état des piézomètres (cf. § 2.1.4.2).

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 9-48).

### 5.2.5 Surveillance radiologique et physico-chimique : 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 5-13.

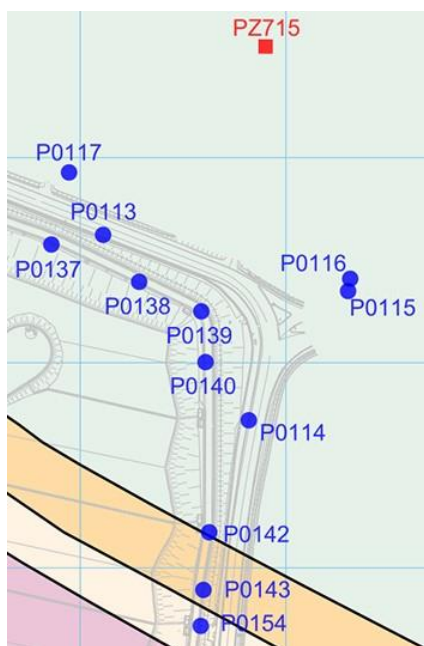


Figure 5-13 Piézomètres de la zone 3

### 5.2.5.1 Suivi radiologique

Le Tableau 5-7 indique les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 3 mesurés en 2022.

Tableau 5-7 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 3

Point de prélèvement	Moyenne alpha (Bq/L)	Max alpha (Bq/L)	Moyenne bêta (Bq/L)	Max bêta (Bq/L)	Moyenne tritium (Bq/L)	Max tritium (Bq/L)
PO113	≤0,02	0,03	0,12	0,16	123	494
PO114	0,14	0,18	0,27	0,39	264	339
PO115	≤0,02	0,04	0,11	0,16	35	51
PO116	≤0,02	0,03	0,06	0,08	3,2	4,7
PO117	≤0,02	0,04	0,15	0,18	570	680
PO137	≤0,01	≤0,02	0,16	0,2	3852	4290
PO138	≤0,02	0,03	0,17	0,19	580	2260
PO139	0,07	0,1	0,28	0,37	507	1110
PO140	0,03	0,04	0,31	0,52	1855	3370
PO142	0,04	0,06	0,18	0,21	129	446
PO143	0,07	0,09	0,15	0,18	814	1750
PO154	0,24	0,32	0,46	0,63	5,1	9,3

Les résultats 2022 sont comparables aux résultats de 2021. Les indicateurs de suivi des activités alpha global et bêta global présentent des valeurs moyennes comprises entre le SD et 0,24 Bq/L pour l'activité alpha global et entre 0,06 et 0,46 Bq/L pour l'activité bêta global. Comme les années précédentes, les maximums d'activités radiologiques alpha et bêta sont mesurés dans le piézomètre PO154 en période de basses eaux. Les piézomètres PO114 et PO154 présentent un indice alpha global relativement élevé (supérieur à la référence de qualité de 0,1 Bq/L définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (32)). Il est admis que l'origine de ces émetteurs alpha présents dans l'eau souterraine est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elle traverse. Les valeurs des indices bêta global sont toutes inférieures à la référence qualité des eaux de consommation (1 Bq/L) définie dans l'arrêté du 11 janvier 2007 (32).

Comme les années précédentes, les concentrations des activités volumiques en tritium des piézomètres de cette zone présentent des écarts importants couvrant une large gamme allant de 3,2 Bq/L pour le PO116 à 3 852 Bq/L pour le PO137 (Tableau 5-7).

Les analyses radiologiques en spectrométrie gamma et scintillation liquide à bas seuil (cf. Tableau 9-45 et Tableau 9-46) réalisées sur les piézomètres de ce secteur (PO140, PO137, PO138, PO113, PZ700) mettent principalement en évidence la présence du tritium du même ordre de grandeur que les résultats obtenus habituellement. Tout comme les années précédentes, une valeur significative de <sup>14</sup>C est mesurée au PO138. L'origine de ce carbone 14 n'est pas clairement identifiée, toutefois ce RN est régulièrement mesuré dans les différents compartiments de l'environnement de la Hague (33). Il est à noter que compte tenu des pH acides mesurés dans la nappe phréatique, le carbone 14 mesuré est présent sous forme organique. En 2022, du <sup>36</sup>Cl est mesuré dans le PO140. Ce RN est détecté de façon sporadique dans ce piézomètre (43 % des résultats sont supérieurs au SD et restent inférieurs à 1 Bq/L). La localisation du piézomètre PO140, à l'angle Nord-Est du Centre et la lixiviation des terrains sus-jacents par des

infiltrations en bordure du stockage pourraient être à l'origine de la présence du  $^{36}\text{Cl}$  dans ce secteur. Il est connu que le chlore, sous forme d'ion chlorure, est mobile dans l'environnement (36).

Les analyses radiologiques quinquennales par spectrométrie alpha réalisées sur le PO138 sont présentées dans le tableau 9-47. Aucun émetteur alpha artificiel n'est détecté.

#### 5.2.5.2 Suivi de l'indicateur d'évolution du tritium

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique moyenne du tritium de la zone 3 au nord-est du Centre est présentée dans la figure 5-14; l'évolution de la tendance entre 2021 et 2022 est donnée dans le tableau 5-8.

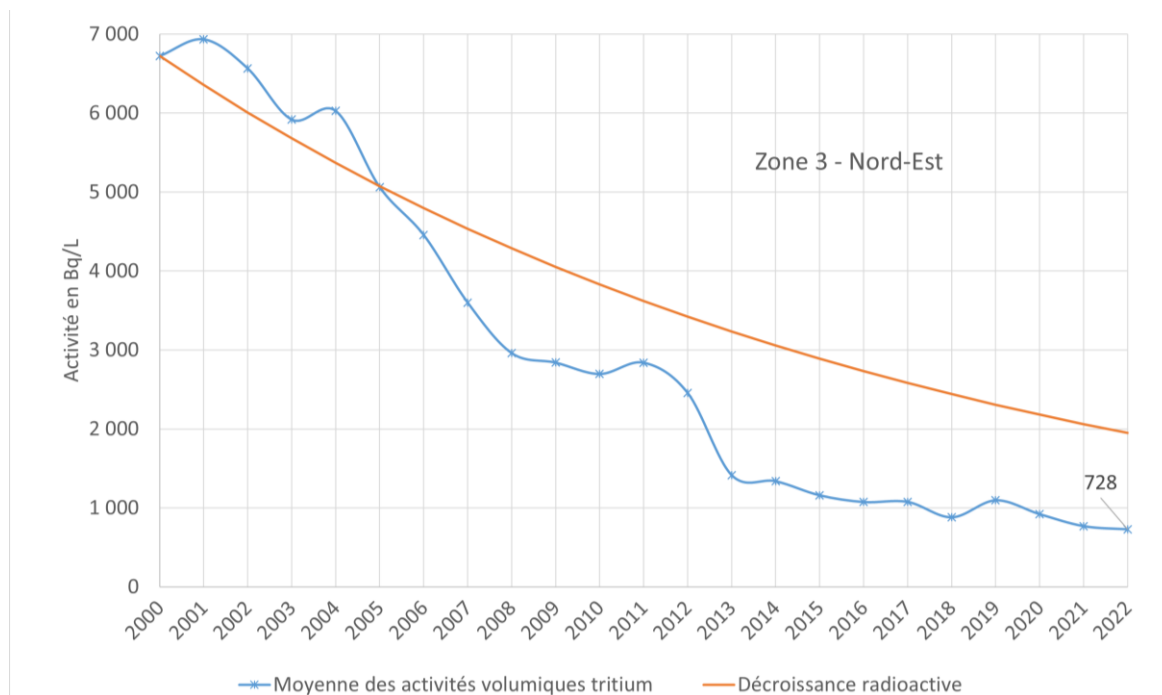


Figure 5-14

Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 3 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium

Tableau 5-8 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3

Piézomètre	Tendance 2021-2022	Commentaire
PO113	+56 %	<p>En 2022, l'indicateur tritium de la zone 3 est en diminution par rapport à 2021.</p> <p>Trois piézomètres présentent une augmentation de la concentration moyenne en tritium : PO113, PO140 et le PO142. Le niveau mesuré dans le PO142 est proche de celui de 2020, en 2021 la valeur était particulièrement basse. Toutefois, les activités restent du même ordre de grandeur que les années précédentes</p>
PO114	-9 %	
PO115	+3 %	
PO116	0 %	
PO117	-32 %	
PO137	-9 %	
PO138	+2 %	
PO139	-3 %	
PO140	+18 %	
PO142	+158 %	
PO143	-22 %	
PO154	-9 %	

La figure 5-15 et la figure 5-16 présentent, sur une échelle de temps plus large, l'évolution de l'activité tritium des piézomètres du secteur de la zone 3 dans sa partie amont et dans sa partie aval.

En effet, pour plus de lisibilité, cette zone est présentée en deux parties :

- les piézomètres situés à proximité du Centre, piézomètres amont ;
- les piézomètres situés en aval sur le bassin versant du ruisseau du Grand Bel.

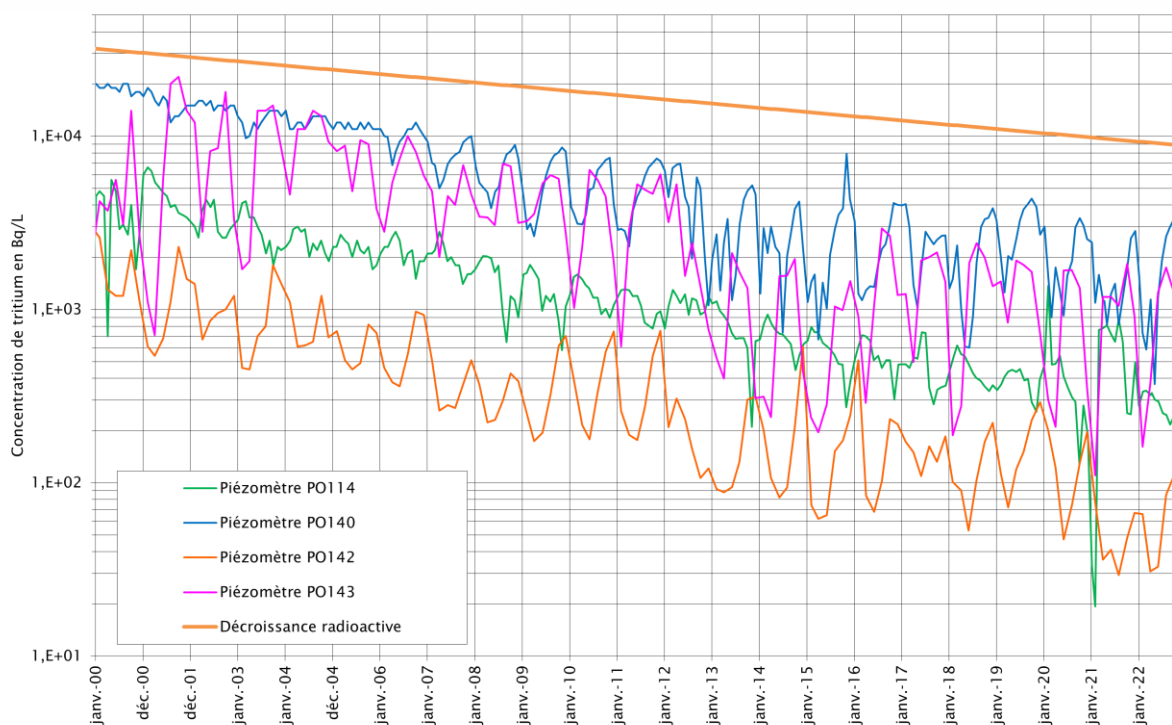


Figure 5-15 *Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone nord-est amont (zone 3) depuis 2000*

Les piézomètres de la zone amont présentent des variations saisonnières importantes ou des signaux parfois irréguliers dans le temps mais néanmoins inscrits sur une échelle de temps élargie dans une tendance à la baisse.

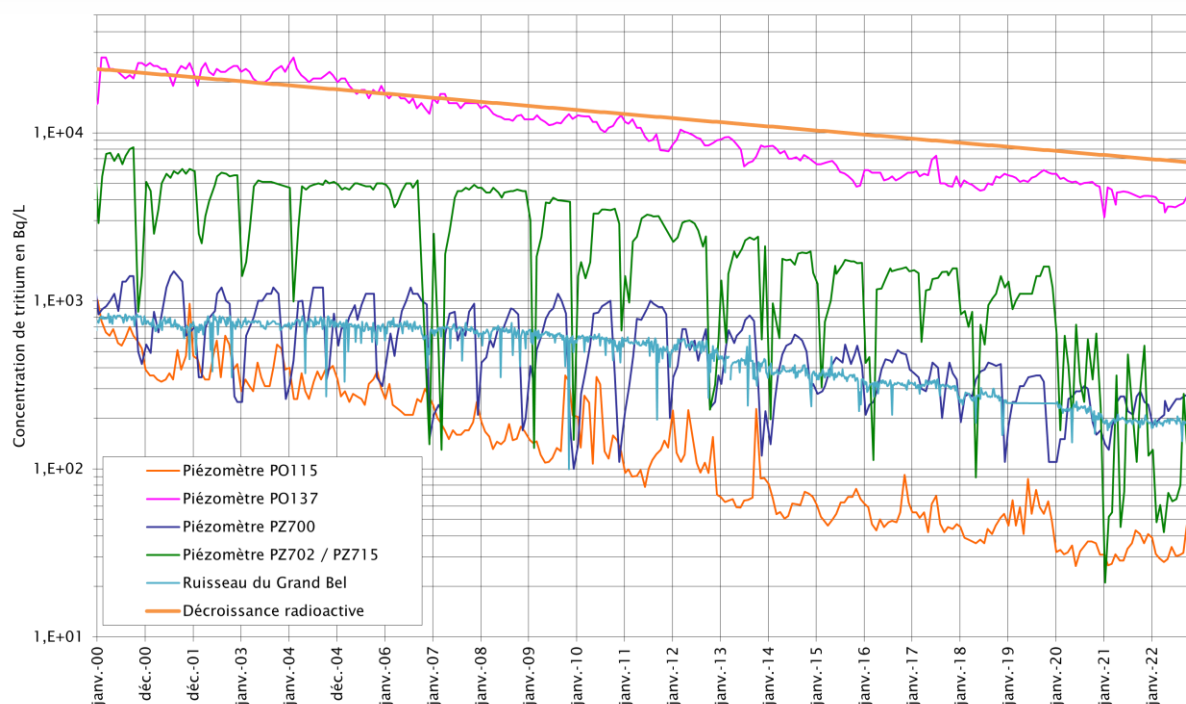


Figure 5-16 Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone Nord-Est aval (zone 3) depuis 2000

Le PO137, présentant la plus forte concentration en tritium, tend à une diminution régulière proche de la décroissance naturelle attendue. Le PZ700 et le PZ715 présentent des fluctuations saisonnières (diminution de la concentration en période de hautes-eaux) de la concentration en tritium et en diminution régulière.

#### 5.2.5.3 Suivi physico-chimique

Les eaux souterraines de cette zone sont acides (pH compris entre 4,9 et 6,1) sauf pour le PZ700 dont les eaux sont proches de la neutralité (6,9 et 7,0).

#### Piézomètres internes

La composition chimique des eaux dans les piézomètres internes de la zone 3 (cf. Tableau 9-50) est stable par rapport à 2021. Le fer, mesuré à des valeurs supérieures à 500 µg/L ces dernières années dans le PO158, présente des concentrations très différentes entre les hautes eaux (200 µg/L) et les basses eaux (< 2 µg/L). Le fer est un élément faisant partie du fond géochimique du secteur.

#### Piézomètres externes

La composition chimique des eaux dans les piézomètres externes de la zone 3 (cf. Tableau 9-50) est stable par rapport à 2021. Dans le PZ700, comme les années précédentes, les concentrations en fer et en manganèse restent élevées il est à noter que ces éléments font partie du fond géochimique du secteur.

### 5.2.6 Surveillance radiologique et physico-chimique : 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 5-17.



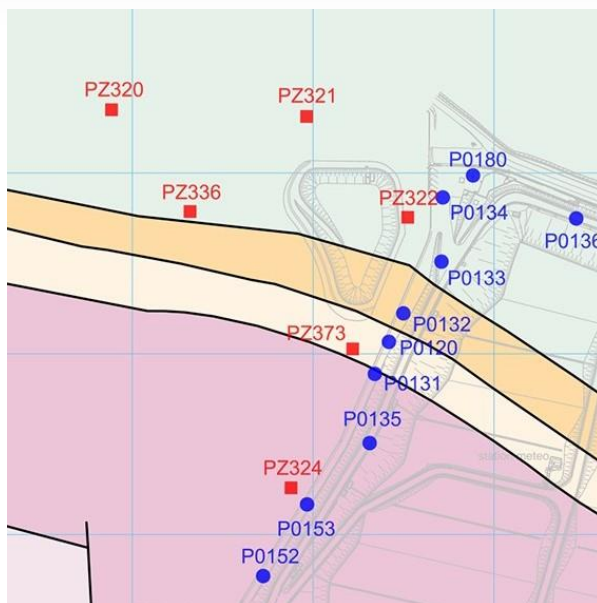


Figure 5-17 Piézomètres de la zone 4

#### 5.2.6.1 Suivi radiologique

Le tableau 5-9 indique les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 4 mesurés en 2022.

Tableau 5-9 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 4

Point de prélèvement	Moyenne alpha (Bq/L)	Max alpha (Bq/L)	Moyenne bêta (Bq/L)	Max bêta (Bq/L)	Moyenne tritium (Bq/L)	Max tritium (Bq/L)
PO120	0,21	0,26	0,40	0,72	11929	18300
PO131	0,11	0,13	0,33	0,41	33250	38000
PO132	0,10	0,12	0,21	0,27	1767	2070
PO133	0,04	0,05	0,11	0,14	959	2100
PO134	≤0,02	0,03	0,10	0,13	250	780
PO135	≤0,02	0,04	0,12	0,22	408	860
PO136	0,04	0,06	0,24	0,33	2961	4270
PO152	≤0,02	0,03	0,08	0,22	35	44
PO153	0,05	0,07	0,15	0,20	1405	1940
PO180	0,08	0,11	0,23	0,49	1082	1400
PZ320	≤0,03	0,06	≤0,11	0,16	15	21
PZ321	≤0,04	0,09	≤0,13	0,20	108	140
PZ322	≤0,05	0,08	≤0,13	0,20	30	210
PZ324	≤0,04	0,09	≤0,10	0,20	16	19

Les résultats de 2022 sont comparables aux résultats de 2021. Les indicateurs de suivi des activités alpha global et bêta global présentent des valeurs moyennes comprises entre le SD et 0,21 Bq/L pour l'activité alpha global et entre le SD et 0,40 Bq/L pour l'activité bêta global. Les piézomètres PO120 et PO131 présentent un indice alpha global relativement élevé (supérieur à la référence de qualité de 0,1 Bq/L définie dans l'arrêté modifié du 11 janvier 2007 (32)). Les valeurs moyennes des indices bêta global sont inférieures à la référence qualité des eaux de consommation (1 Bq/L) définie dans l'arrêté du 11 janvier 2007 (32). Comme les années précédentes, les maximums d'activités radiologiques alpha et bêta sont mesurés dans le piézomètre PO120. Des analyses plus poussées ont été faites en 2021 dans les eaux du piézomètre PO120 qui démontrent l'origine naturelle de ces éléments.

Comme les années précédentes, les activités volumiques moyennes en tritium des piézomètres de cette zone présentent des écarts importants couvrant une large gamme allant de 15 Bq/L pour le PZ320 à un peu plus de 33 000 Bq/L pour le PO131 (cf. Tableau 5-9). Toutefois, c'est dans ce secteur que les activités volumiques en tritium sont les plus élevées, notamment pour le PO120 et le PO131.

Les analyses radiologiques en spectrométrie gamma et scintillation liquide à bas seuil (cf. Tableau 9-45 et tableau 9-46) réalisées sur les piézomètres de ce secteur (PO131, PO168 et PO180) mettent principalement en évidence la présence de tritium et de radioéléments naturels tels que le  $^{40}\text{K}$ ,  $^{212}\text{Pb}$  et  $^{228}\text{Ac}$ , à des niveaux comparables aux années précédentes. Tout comme les années précédentes, une valeur significative de  $^{14}\text{C}$  est mesurée au PO131. L'origine de ce carbone 14 n'est pas clairement identifiée, toutefois ce RN est régulièrement mesuré dans les différents compartiments de l'environnement de la Hague (33). Il est à noter que compte tenu des pH acides mesurés dans la nappe phréatique, le carbone 14 mesuré est présent sous forme organique.

Les analyses radiologiques quinquennales par spectrométrie alpha réalisées sur le PO131 et le PO180 sont présentées dans le tableau 9-47. Aucun émetteur alpha artificiel n'est détecté.

#### 5.2.6.2 Suivi de l'indicateur d'évolution du tritium

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique du tritium de la zone 4 au nord-ouest du Centre est présentée dans la figure 5-18 ; l'évolution de la tendance entre 2021 et 2022 est donnée dans le tableau 5-10. On note une tendance globale à la baisse de l'activité tritium en oscillation autour de la décroissance attendue du niveau de radioactivité. L'indicateur correspondant à la moyenne des résultats tritium des piézomètres de la zone 4 est de 3 872 Bq/L en 2022 pour une valeur de 4 307 Bq/L en 2021.

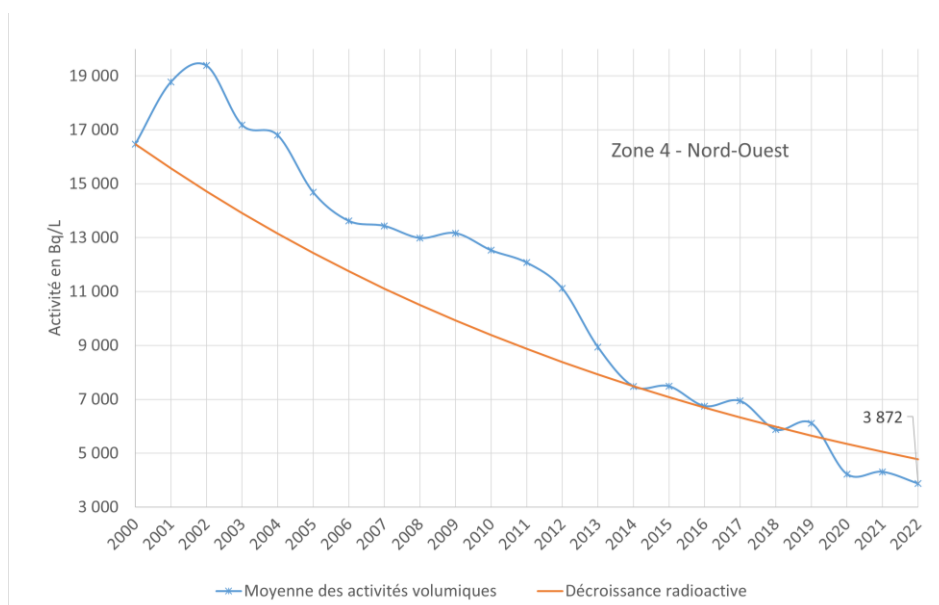


Figure 5-18

*Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 4 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium*

Tableau 5-10 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4

Piézomètre	Tendance 2021-2022	Commentaire
PO120	+18 %	En 2022 l'indicateur tritium de la zone 4 est en diminution par rapport à 2021. Les plus fortes augmentations de la concentration moyenne en tritium concernent le PZ322 et le PO133. Les activités restent cependant du même ordre de grandeur que les années précédentes.
PO131	-19 %	
PO132	+5 %	
PO133	+50 %	
PO134	+7 %	
PO135	+30 %	
PO136	-14 %	
PO152	-13 %	
PO153	-12 %	
PO180	-13 %	
PZ320	+25 %	
PZ321	+3 %	
PZ322	+114 %	
PZ324	+33 %	

La Figure 5-19 présente, sur une échelle de temps plus large, l'évolution de l'activité tritium des piézomètres du secteur de la zone 4 situés sur le site. La Figure 5-20 présente également dans ce secteur les piézomètres situés sur le site d'Orano Recyclage.

L'évolution des piézomètres de ce secteur est contrastée.

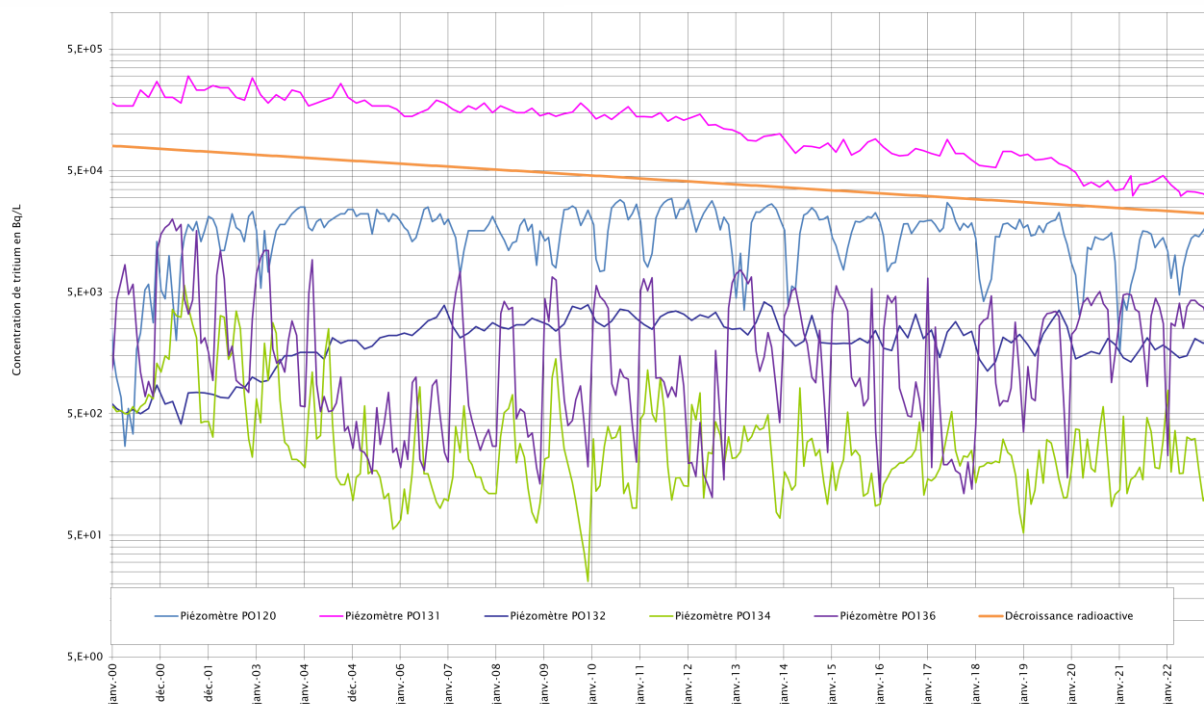


Figure 5-19 Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres intérieurs de la zone nord-ouest (zone 4) depuis 2000

Les piézomètres PO120 et PO132, après une augmentation de cet indicateur jusqu'aux années 2006-2007, présentent une activité tritium moyenne en légère baisse. Le PO131 montre depuis 2012 une baisse plus rapide que l'allure de la pente de la décroissance radioactive, qui se confirme en 2022. Les piézomètres PO134 et PO136 présentent des variations saisonnières importantes ; la moyenne des concentrations en tritium y est relativement stable cette année.

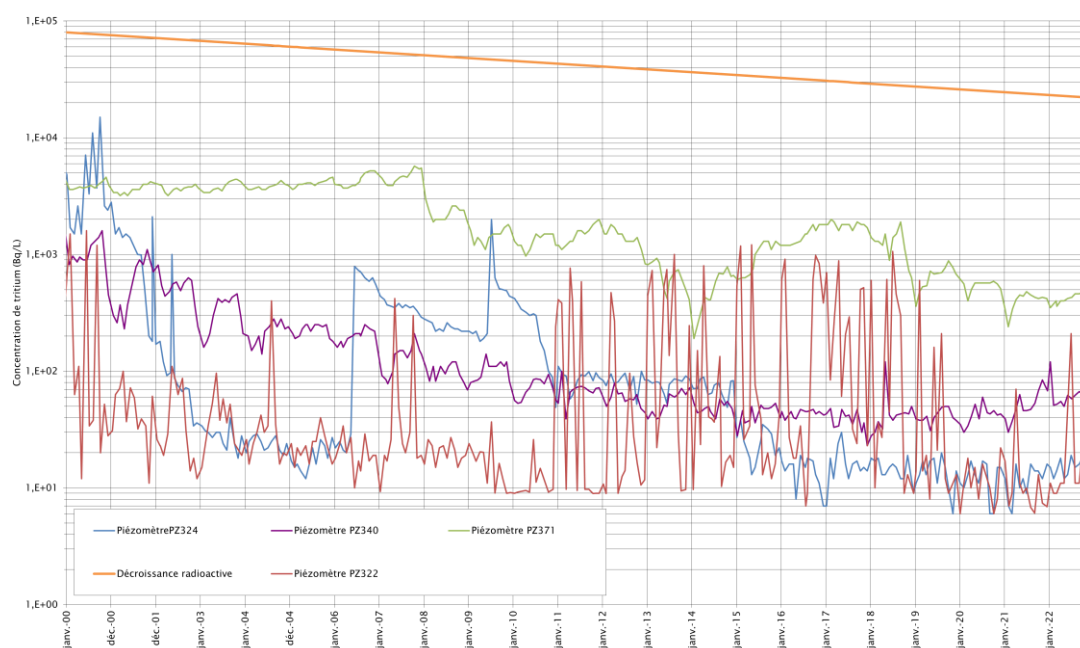


Figure 5-20 Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres extérieurs de la zone nord-ouest (zone 4) depuis 2000

Le piézomètre PZ340 présente une décroissance régulière de l'activité tritium plus rapide que la décroissance naturelle du tritium jusqu'en 2012, puis on note une certaine stabilisation jusqu'en 2020 et une augmentation en 2021 et 2022. La concentration volumique en tritium dans le PZ322, qui présentait des variations rapides allant de quelques dizaines de Bq/L et atteignant 1 000 Bq/L, est depuis 2020 plus stable.

L'activité tritium des piézomètres PZ371 et PZ324 évolue selon des tendances sous influence :

- l'activité volumique en tritium du PZ371 augmente régulièrement jusqu'en 2007, puis présente une tendance à la baisse de 2008 à 2013 et augmente entre 2014 et 2016 ; depuis 2018, l'activité du tritium du PZ371 diminue globalement. Ce piézomètre a subi les aménagements réalisés par Orano Recyclage autour du bassin pluvial Nord-Est (mise en service de la pompe R0 et raccordement des drains sous bassin au réseau Gravitaire à risque).
- l'activité volumique en tritium du PZ324 décroît rapidement jusqu'en 2006 mais présente deux augmentations rapides en 2006 et 2010 suite à des pompages réalisés à titre expérimental par Orano Recyclage et qui s'expliquent par le détournement vers ce piézomètre des lignes de courant venant du PO153. L'activité tritium de ce piézomètre décroît jusqu'en 2021 à un rythme plus rapide que celui de la décroissance radioactive. Cette année, il est en légère augmentation.

Ainsi, l'évolution de l'activité tritium mesurée sur les piézomètres de cette zone apparaît très complexe à analyser et est le fait d'une géologie plus marquée par des changements de faciès et fissuration dans ce secteur qui constituait l'ancienne source de la Sainte Hélène.

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. 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 à la hausse, dont l'explication peut être multiple :

- un relâchement de tritium à partir de certains ouvrages de la zone Nord-Ouest ;
- une influence des drainages mis en place par Orano Recyclage situés à proximité du secteur ;
- une particularité géologique affectant la circulation des eaux (37).

Cette année, la concentration tritium dans le PO133, le PO120 et le PO132 est globalement en hausse.

#### 5.2.6.3 Suivi physico-chimique

La composition chimique des eaux dans les piézomètres de la zone 4 (Tableau 9-51) est stable par rapport à 2021. Les eaux souterraines de ce secteur sont acides (pH compris entre 5,0 et 6,5). La présence régulière d'aluminium, de fer et de manganèse est liée au fond géochimique du secteur.

Le PO168 présente, comme les années précédentes, des valeurs contrastées, et en augmentation, en manganèse entre les hautes-eaux et les basses-eaux. Les valeurs les plus élevées étant généralement mesurées en période de basses eaux (Figure 5-21). Ce piézomètre a fait l'objet d'un diagnostic en 2021 (23) qui a mis en évidence la présence de dépôts importants d'hydroxydes de fer et de manganèse cohérent avec les résultats du suivi chimiques. Il est toutefois constaté que le tubage n'est pas abimé.

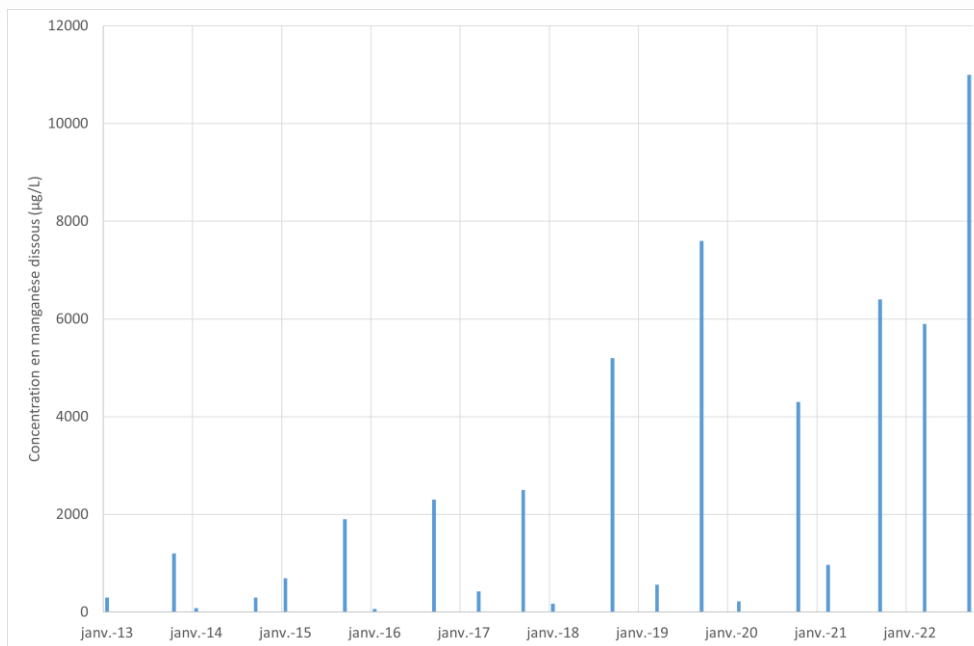


Figure 5-21 Évolution de la concentration de manganèse dissous dans le PO168 depuis 2013

Du mercure à une concentration dépassant les 1 µg/L a été mesuré cette année dans le PO136 ; 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.

### 5.2.7 Surveillance radiologique et physico-chimique : piézomètres du secteur nord (zone 5)

Cette zone est située au nord du Centre, de part et d'autre de la ligne de crête piézométrique séparant les bassins versants des ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand Bel.

Les principaux piézomètres de la zone 5 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la Figure 5-22.

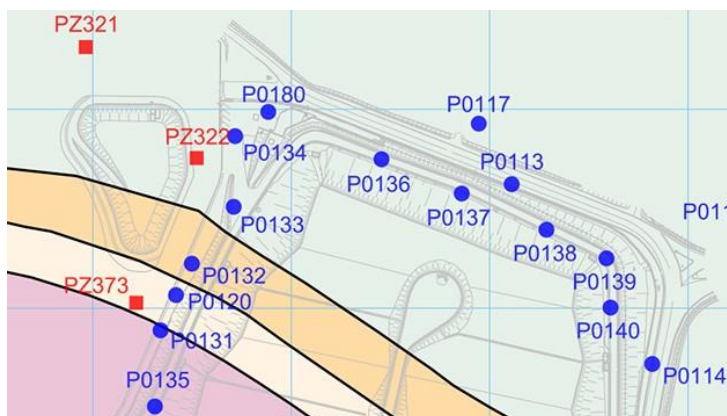


Figure 5-22 Piézomètres de la zone 5

#### 5.2.7.1 Suivi radiologique

Les résultats des piézomètres de cette zone sont donnés dans les paragraphes 5.2.5.1 et 5.2.6.1.

Les résultats de 2022 sont comparables aux résultats de 2021. Le piézomètre ayant la concentration volumique la plus élevée en tritium est, comme les années précédentes, le PO137.

### 5.2.7.2 Suivi de l'indicateur d'évolution du tritium

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique du tritium de la zone 5 au nord du Centre est présentée dans la Figure 5-23 ; l'évolution de la tendance entre 2021 et 2022 est donnée dans le Tableau 5-11. On note une tendance globale à la baisse de l'activité tritium.

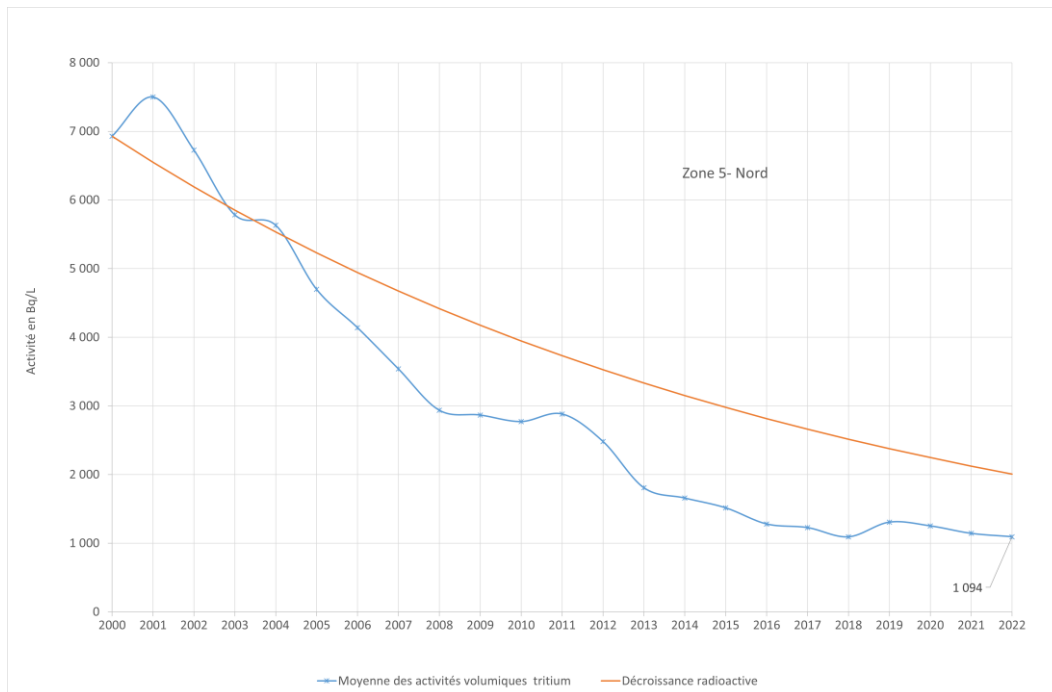


Figure 5-23 Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 5 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium

Tableau 5-11 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 5

Piézo	Tendance 2021-2022	Commentaire
PO113	56 %	En 2022 l'indicateur tritium de la zone 5 est en légère diminution par rapport à 2021. Quatre piézomètres présentent toutefois des augmentations de la concentration moyenne en tritium : PO113, PO133, PO140 et PO142. Les activités restent cependant du même ordre de grandeur que les années précédentes.
PO114	-9 %	
PO117	-32 %	
PO133	50 %	
PO134	7 %	
PO136	-14 %	
PO137	-9 %	
PO138	2 %	
PO139	-3 %	
PO140	18 %	
PO142	159 %	
PO180	-13 %	

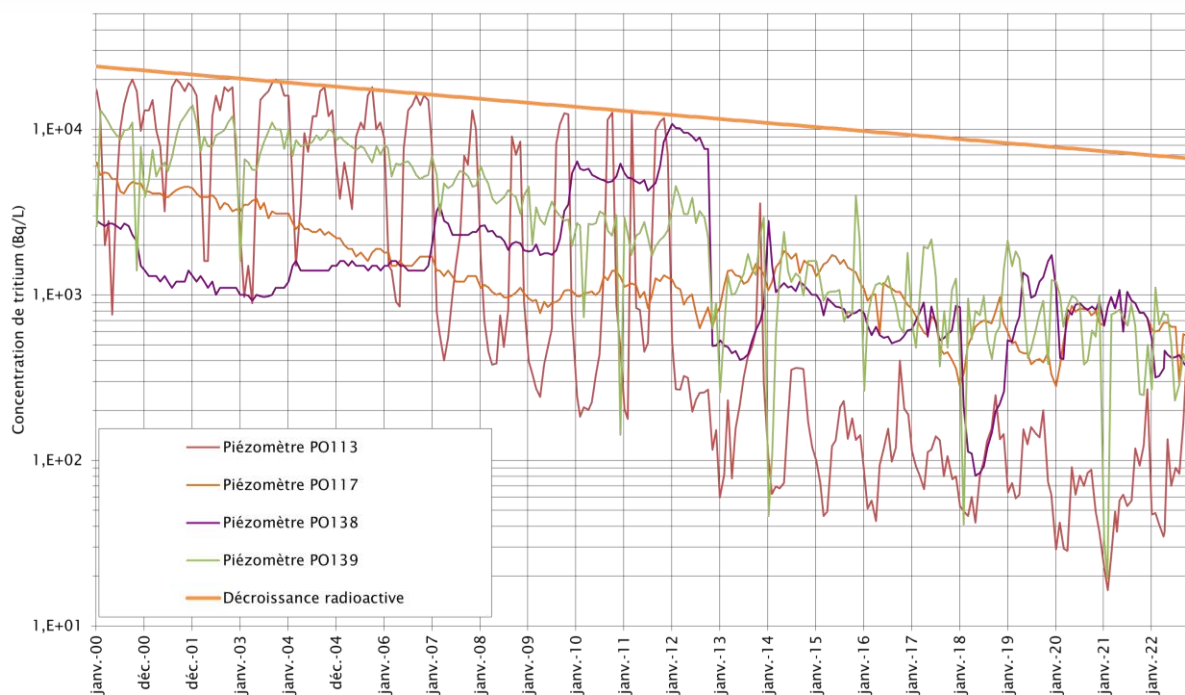


Figure 5-24 Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone Nord (zone 5) depuis 2000

Les piézomètres de cette zone présentent de grandes variabilités saisonnières sauf le PO137 qui est relativement stable et suit à peu près la courbe de décroissance du tritium (cf. Figure 5-16).

- le PO113, dont la concentration en tritium présente une grande variabilité, est globalement en hausse depuis 2021 ;
- le PO139 continue sa tendance à la baisse ;
- le PO117, qui montrait une tendance de l'activité tritium à la hausse depuis 2012, a atteint une activité max aux environs de 1500 Bq/L, puis à partir de 2016, a amorcé une diminution globale et présente une légère diminution en 2022 ;
- le PO138 a, quant à lui, un comportement plus atypique avec des phases de forte diminution (jusqu'en 2004, en 2012 et en 2018) puis des phases d'augmentation (de 2004 à 2012, en 2019) ; depuis 2020, il évolue à la baisse avec toutefois une augmentation importante en tritium en fin d'année 2022.

#### 5.2.7.3 Suivi physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques des piézomètres de la zone 5 sont présentés dans le Tableau 9-50 et dans le Tableau 9-51. Le détail des évolutions est présenté dans les chapitres précédents.

### 5.2.8 Suivi de l'indicateur global du tritium au droit du Centre

Le Tableau 5-12 et la Figure 5-25 présentent l'évolution de la moyenne des activités volumiques annuelles moyennes des piézomètres référencés dans le dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance (6).



Tableau 5-12 Moyenne de l'activité volumique tritium dans les piézomètres depuis 2013

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Moyenne des activités volumiques moyennes (Bq/L)</b>	3 264	2 777	2 728	2 459	2 520	2 134	2 253	1 606	1 589	1 436
<b>Décroissance radioactive (Bq/L)</b>	5 453	5 154	4 872	4 606	4 353	4 115	3 890	3 677	3 476	3 285

Pour rappel, la moyenne annuelle a été calculée à partir des moyennes annuelles de chaque piézomètre se trouvant dans la liste suivante telle que définie dans le dossier en référence (6) : 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, PO163, PO170, PO171, PO172, PO173, PO174, PO175, PO176, PO177, PO178, PO179, PO180, PZ322, PZ324, PZ326 et PZ712.

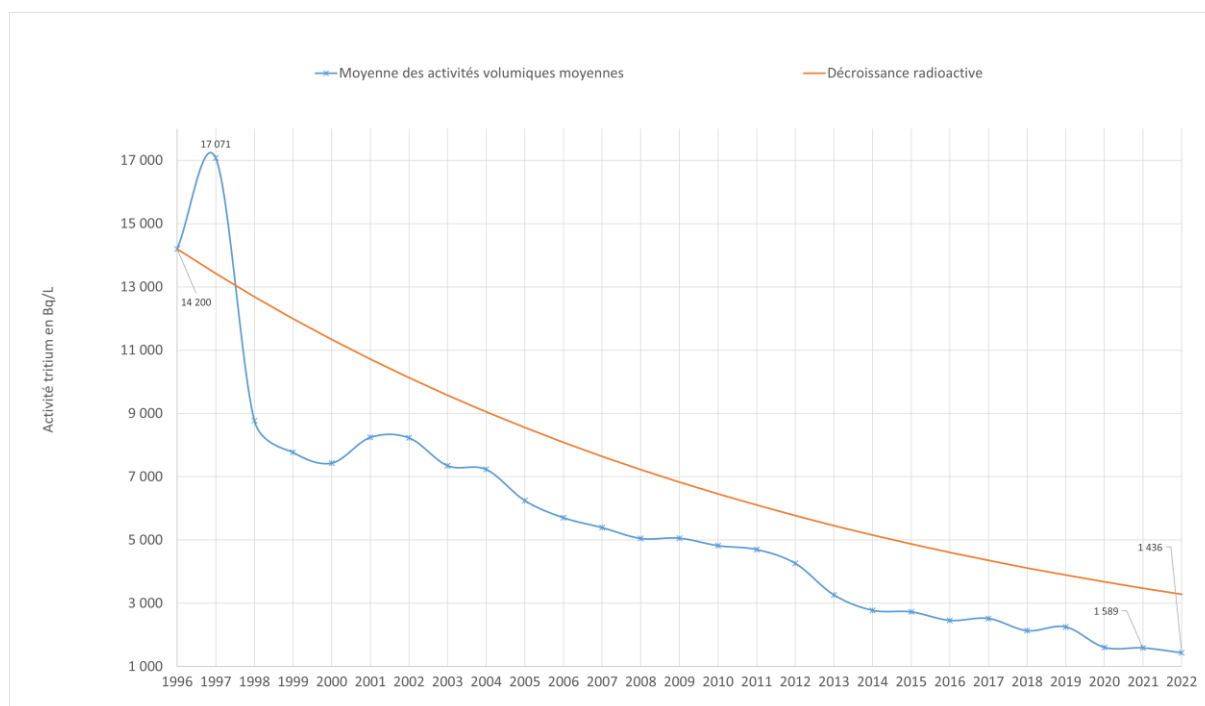


Figure 5-25 Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996

L'indicateur de l'évolution globale du tritium au droit du Centre suit, depuis 2014, la décroissance radioactive du tritium avec toutefois quelques variations. Après la légère augmentation constatée en 2019, l'indicateur tritium diminue légèrement en 2021 et en 2022.

### 5.2.9 Conclusion du suivi des eaux souterraines

En termes de saisonnalité, l'année 2022 présente un profil hydrologique plutôt classique avec une période de hautes eaux hivernale de janvier à mars, une décrue continue jusqu'à fin septembre puis une phase de recharge amorcée début octobre et qui s'accélère fortement entre novembre et décembre. Les états de hautes et basses eaux sont observés à des périodes habituelles, soit en hiver pour les hautes eaux (janvier) et en début d'automne pour les basses eaux (septembre).

L'indicateur de l'activité moyenne en tritium est en légère diminution en 2022 (1 436 Bq/L). Il traduit les inflexions de tendance observées par secteur.

En 2022, les paramètres physico-chimiques dans les eaux souterraines respectent les normes de qualité environnementale de l'arrêté du 17 décembre 2008 (35) en dehors d'une valeur de mercure qui dépasse 1 µg/L dans le PO136.

## 5.3 Surveillance des eaux superficielles

### 5.3.1 Présentation générale – 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-Clerges et qui aboutit au ruisseau de la Sainte-Hélène, après un parcours de 1,7 km, au lieu-dit « l'Etang-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 5-26.



Figure 5-26 Localisation des points de contrôle de l'eau des ruisseaux

La surveillance radiologique, chimique et physico-chimique des eaux et des sédiments de ces 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 5 points de contrôle figurés ci-dessus. La comparaison des résultats chimiques aux NQE (38) est présentée au chapitre 7.

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.

### 5.3.2 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.

#### 5.3.2.1 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 9-52 (R1) et le Tableau 9-53 (R1-10).

En 2022, 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 5-13.

Tableau 5-13 Activités volumiques des eaux du ruisseau des Roteures

Paramètres	Unités	R1	R1-10
Moyenne des indices $\alpha$ G	Bq/L	$\leq 0,016$	$\leq 0,015$
Moyenne des indices $\beta$ G	Bq/L	0,079	0,087
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	$\leq 2,3$	6,0

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 (32) à savoir 0,1 Bq/L en  $\alpha$ G et 1 Bq/L en  $\beta$ G.

La valeur de tritium est légèrement plus élevée au point R1-10 qu'au point R1. En effet, une partie 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 équivalente à celle de 2021.

#### 5.3.2.2 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 9-54.

Les paramètres physico-chimiques sont stables par rapport aux années précédentes. Le pH des eaux des Roteures est proche de la neutralité (6,7 -7,7) (Tableau 9-52 et Tableau 9-53) et compatible avec la protection de la vie aquatique. La conductivité, de l'ordre de 220  $\mu$ S/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 concentration perturbe la vie aquatique, est variable (entre 4 et 8 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 mars et septembre 2022 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 (cf. § 5.3.5.2). La présence de cuivre est également mise en évidence. Les valeurs précédentes étaient  $<5 \mu$ g/L ; l'évolution des techniques analytiques a permis d'abaisser la limite de quantification ( $<1 \mu$ g/L) et établit la présence de cuivre (cf. § 7.2.4). 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 (32).

### 5.3.3 Surveillance des eaux du ruisseau du Grand Bel

La surveillance du Grand-Bel est effectuée à proximité de sa source au point R3 (Figure 5-26). Ce ruisseau est alimenté par l'exhaure des eaux souterraines soumises à l'influence de la partie est et nord-est du CSM. Au point de contrôle « R3 », dit « Source du Grand Bel », l'eau prélevée correspond presque intégralement à de l'eau souterraine.

#### 5.3.3.1 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 9-55.

En 2022, 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 5-14.

Tableau 5-14 Activités volumiques des eaux du ruisseau du Grand-Bel

Paramètres	Unités	R3
Moyenne des indices $\alpha$ G	Bq/L	$\leq 0,015$
Moyenne des indices $\beta$ G	Bq/L	0,11
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	185

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 (44 résultats sur 52). Les moyennes des résultats de cette année sont inférieures aux valeurs guides appliquées lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (32) à savoir 0,1 Bq/L en  $\alpha$ G et 1 Bq/L en  $\beta$ G.

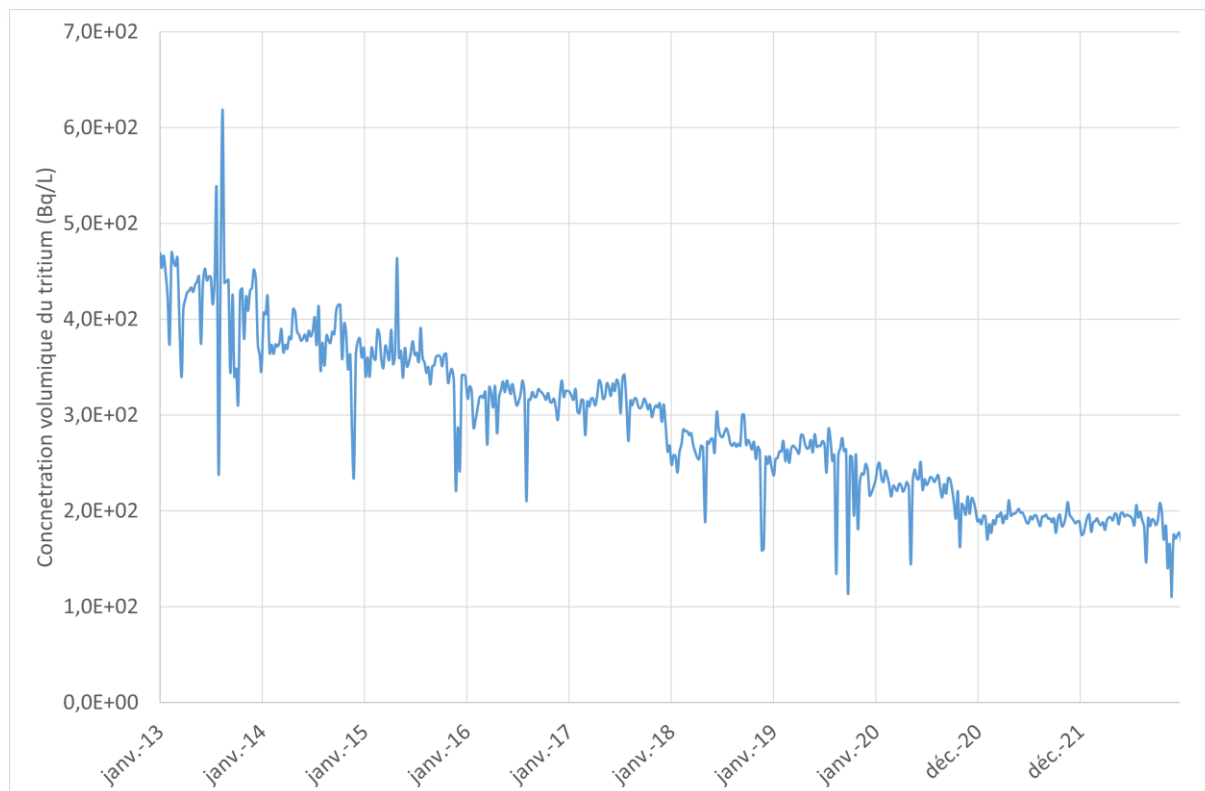


Figure 5-27 *Évolution de la concentration tritium au point de contrôle R3 depuis 2013*

La concentration volumique moyenne en tritium reste significative mais est en baisse par rapport à 2021. La Figure 5-27 présente l'évolution de la concentration tritium depuis 2013. Les valeurs de l'année 2022 sont comprises entre 110 et 210 Bq/L.

La Figure 5-28 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 2009-2012 ;
- depuis cette période, l'activité volumique mesurée apparaît 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.

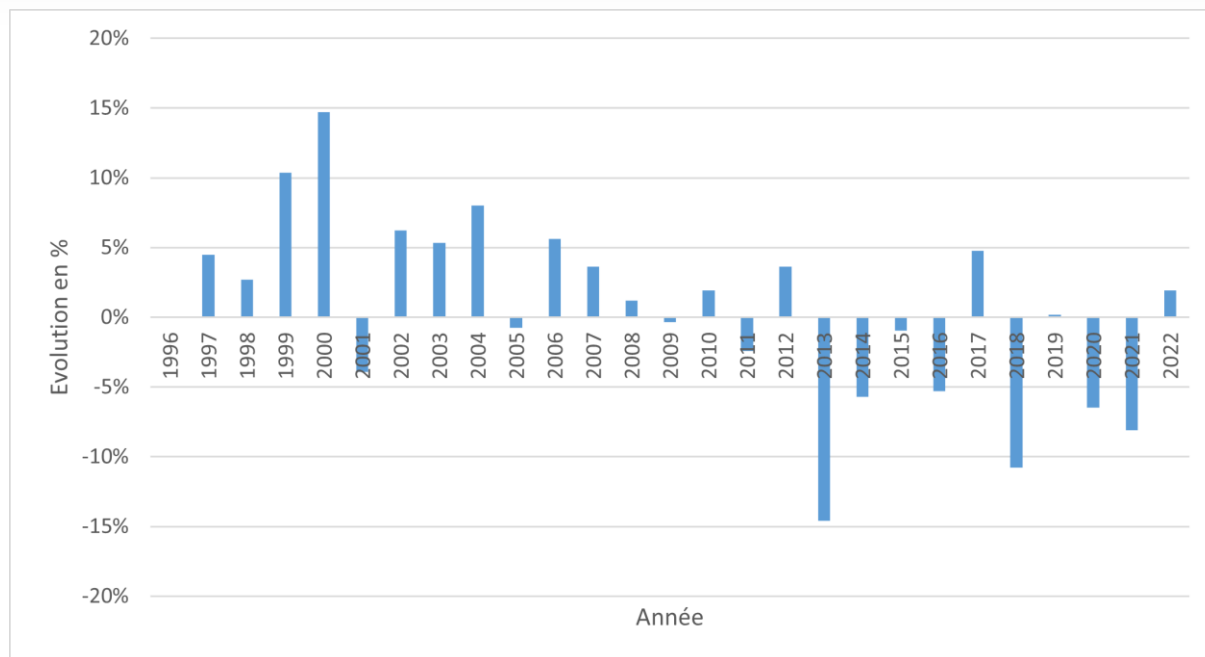


Figure 5-28 *Évolution annuelle de la moyenne des concentration tritium par rapport à la valeur théorique calculée à partir de l'année n-1*

#### 5.3.3.2 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 9-54.

Les résultats des campagnes menées en mars et septembre 2022 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 (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 (6,8 -7,8) et proche de la neutralité (Tableau 9-55).

#### 5.3.4 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.

##### 5.3.4.1 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 (Figure 5-26). En 2022, le volume annuel mesuré au point R6-10, correspondant à la quantité d'eau ayant transité par ce point, est de 1 213 604 m<sup>3</sup> (cf. Tableau 9-57). Le débit moyen résultant pour l'année 2022 est donc de 139 m<sup>3</sup>/h, cohérent avec celui calculé à partir des débits instantanés relevés à fréquence hebdomadaire, de l'ordre de 132 m<sup>3</sup>/h (cf. Tableau 9-57).

##### 5.3.4.2 Suivi radiologique

Les prélèvements pour le suivi radiologique des eaux de la Sainte-Hélène sont effectués aux points R6 et R6-10 (Figure 5-26). Ils sont réalisés chaque semaine et correspondent à des prélèvements ponctuels. Les résultats des analyses radiologiques sont présentés dans le Tableau 9-56 (R6) et dans le Tableau 9-57 (R6-10).

En 2022, 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 5-15.

Tableau 5-15 Activités volumiques des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène

Paramètres	Unités	R6	R6-10
Moyenne des indices $\alpha$ G	Bq/L	$\leq 0,016$	$\leq 0,021$
Moyenne des indices $\beta$ G	Bq/L	0,14	0,13
Moyenne des concentrations en tritium	Bq/L	12	14

Les résultats des indices alpha et bêta globaux sont similaires à ceux des années précédentes. En 2022, toutes les valeurs sont inférieures aux valeurs guides appliquée lors des contrôles sanitaires des eaux destinées à la consommation humaine (32) à savoir 0,1 Bq/L en  $\alpha$ G et 1 Bq/L en  $\beta$ G. Les valeurs moyennes sont en légère diminution par rapport à 2021.

En complément des analyses 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 (Tableau 9-58). En 2022, 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 toutefois mesurés (uranium) à des concentrations comparables avec celles de l'environnement.

La Figure 5-29 présente l'évolution depuis 2013 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, avec toutefois une légère diminution cette année.

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.



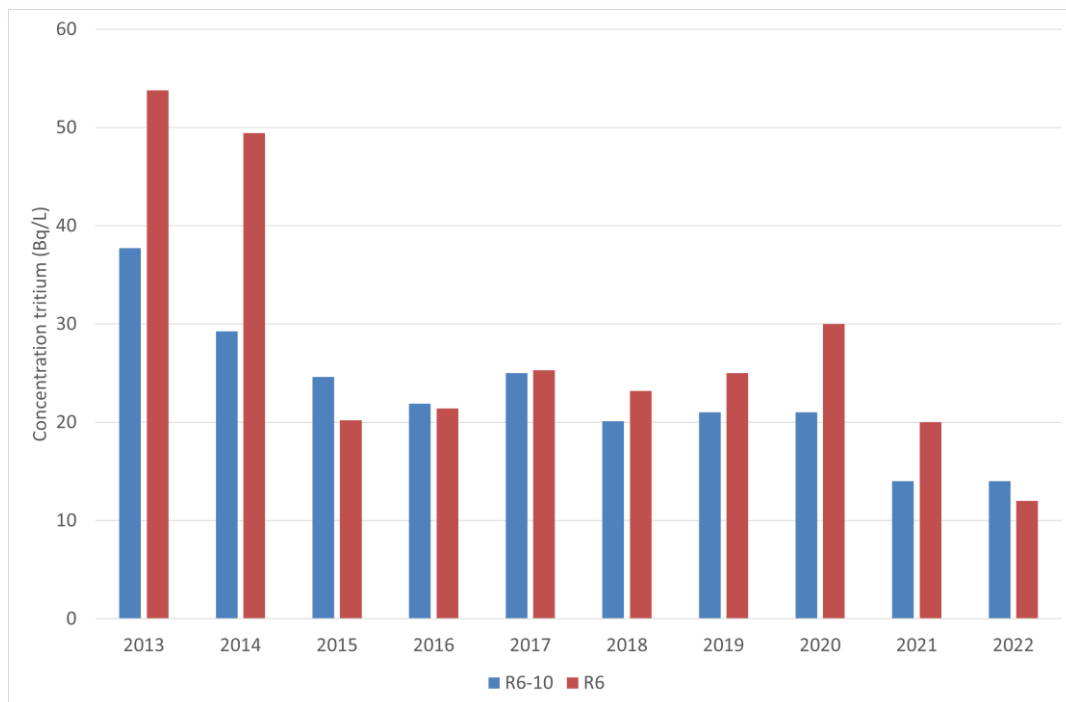


Figure 5-29 *Évolution de la concentration moyenne annuelle en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène en R6 et R6-10 depuis 2013*

#### 5.3.4.3 Comparaison des concentrations en $^3\text{H}$ entre GPNE et R6

Le point GPNE constitue la source du ruisseau de la Sainte-Hélène depuis les travaux d'aménagement du site Orano Recyclage La Hague sur la partie amont de son cours initial.

Les moyennes présentées dans le Tableau 5-16 sont les moyennes des activités tritium pondérées par les volumes des échantillons aliquotes 15 jours au point GPNE (Tableau 9-59) et les moyennes arithmétiques des activités tritium hebdomadaires pour R6 (Tableau 9-56).

Tableau 5-16 *Moyennes annuelles des activités tritium en Bq/L aux points GPNE et R6 depuis 2013*

Concentration $^3\text{H}$ (Bq/L)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
GPNE	38	35	19	14	13	15	12	16	13	13
R6	54	49	20	21	25	23	25	30	20	12

Depuis 2015-2016, la concentration en tritium aux points GPNE et R6 présente une relative stabilité après une diminution plutôt régulière. La baisse régulière de l'activité tritium en ces points de contrôle est liée à la gestion des eaux de ruissellement par Orano Recyclage et en particulier de l'orientation vers le réseau gravitaire (rejet d'eau à risque) des eaux de drainage des bassins de ce secteur marquées en tritium.

#### 5.3.4.4 Estimation de l'activité volumique en tritium liée aux eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène

Comme vu ci-dessus, 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.

### Données d'entrée 2022 pour l'estimation de la concentration volumique en tritium des eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène

- Volume rejeté à GPNE :  $V_{GPNE} = 462\,238\text{ m}^3$
- Volume écoulé au ruisseau de la Sainte-Hélène à VR6-10 :  $1\,213\,604\text{ m}^3$
- Concentration moyenne en tritium à GPNE =  $13\text{ Bq/L}$
- Concentration moyenne en tritium au point R6-10 =  $14\text{ Bq/L}$

### Calcul de l'estimation de la concentration volumique en tritium des eaux souterraines atteignant la Sainte-Hélène

Le volume des eaux de ruissellement du bassin versant entre GPNE et R6-10 provenant 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 (source du ruisseau de la Sainte-Hélène), soit :

$$\text{Équation 3} \quad \text{Veau ruissellement} = VR6-10 - V_{GPNE} = 1\,213\,604 - 462\,238 = 751\,366\text{ m}^3.$$

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 part de relâchement des eaux souterraines du bassin versant de la Sainte-Hélène à :

- Activité tritium en R6-10 (GBq) :  $1\,213\,604 \times 10^3 \times 14/10^9 = 17\text{ GBq}$
- Activité tritium en GPNE (GBq) :  $462\,238 \times 10^3 \times 13/10^9 = 6\text{ GBq}$

Soit  $17 - 6 = 11\text{ GBq}$  de tritium provenant des eaux souterraines.

Par conséquent, l'activité volumique en tritium des eaux souterraines et des eaux de ruissellement sur le bassin versant du CSM qui alimentent la Sainte-Hélène entre le point GPNE et le point R6-10 est en moyenne de :

$$(11 \times 10^9)/(751\,366 \times 10^3) = 15\text{ Bq/L}$$

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 identique à de celle de l'année dernière.

#### 5.3.4.5 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 9-60.

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 (6,9 - 8,0) et proche de la neutralité (Tableau 9-56 et Tableau 9-57).

Les résultats des campagnes menées en mars et septembre 2022 ne montrent pas d'évolution particulière de la qualité physico-chimique de ces eaux (Tableau 9-60). 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. 5.3.5.2).

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).

### 5.3.5 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.

#### 5.3.5.1 Suivi radiologique

Les prélèvements et analyses radiologiques trimestrielles des sédiments des ruisseaux sont réalisés par Orano Recyclage La Hague 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 9-61.

#### Sédiments du Grand-Bel

Les résultats de la spectrométrie gamma mettent en évidence la présence de  $^{137}\text{Cs}$  (concentration moyenne en 2022 : 1,0 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.

#### Sédiments de la Sainte-Hélène

En 2022, l'activité radiologique moyenne en  $^{137}\text{Cs}$  mesurée dans la partie amont du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6 est de 11 Bq/kg sec (de 9 à 16 Bq/kg sec) et dans sa partie aval en SR6-10 est de 9 Bq/kg sec (de 6 à 13 Bq/kg sec). Ces concentrations moyennes sont équivalentes à celles généralement mesurées chaque année (Figure 5-30). 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  $^{238}\text{Pu}$  et du  $^{239+240}\text{Pu}$  sont mesurés à l'état de traces (Tableau 9-62). Cette année l' $^{241}\text{Am}$  n'est pas détecté, il est généralement mesuré à l'état de trace.

Le marquage en actinides des sédiments du ruisseau de la Sainte Hélène reste vraisemblablement des marques d'activités anciennes de fonctionnement ou de maintenance des sites nucléaires Andra et Orano Recyclage.

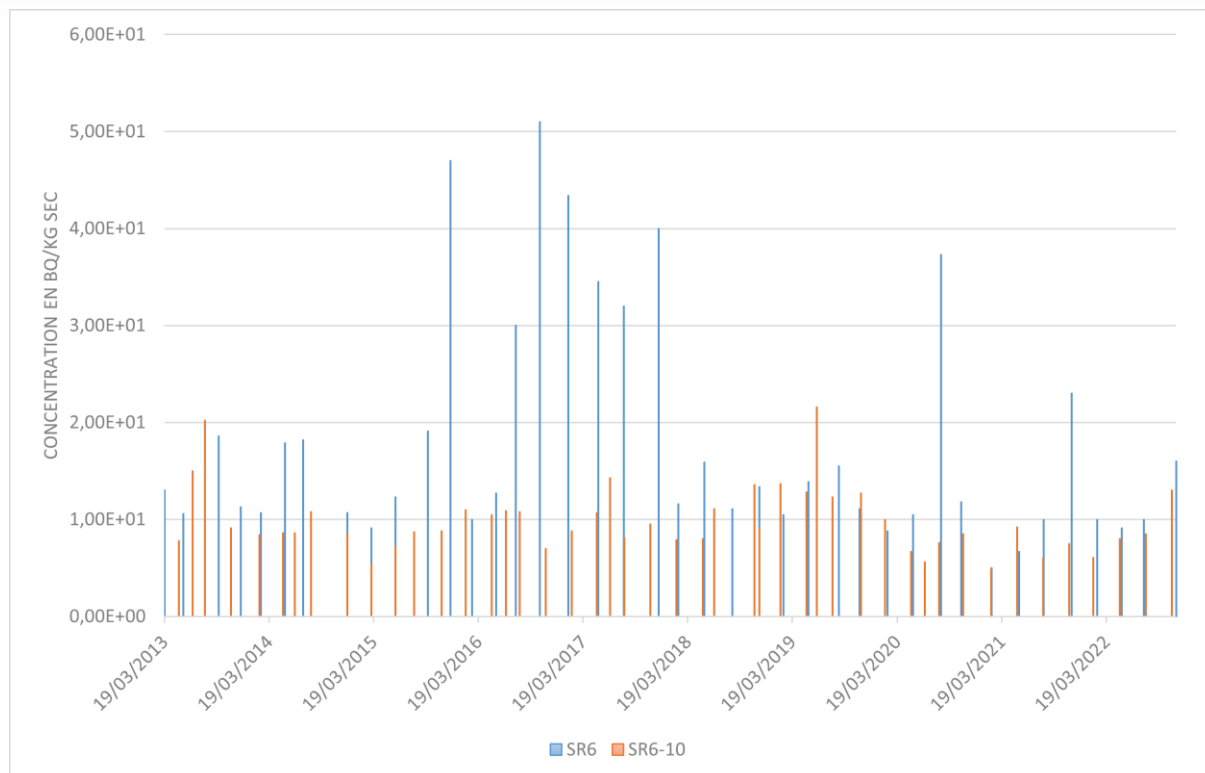


Figure 5-30 Évolution de la concentration massique de <sup>137</sup>Cs en SR6 et SR6-10 depuis 2013

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 9-58.

Hormis les radionucléides d'origine naturelle, on relève la présence de <sup>137</sup>Cs, tout comme pour les résultats trimestriels.

### 5.3.5.2 Suivi physico-chimique

Les analyses physico-chimiques semestrielles des sédiments sont réalisées sur les ruisseaux des Roteures (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 (34) (cf. Tableau 9-7). Les résultats sont présentés dans le Tableau 9-62 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 (34) ;
- 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 (34) ;
- la présence de zinc ; cet élément chimique, présent également dans la pluie (cf. Tableau 9-11), 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 (34) ;
- 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.

### 5.3.6 Conclusion du suivi des ruisseaux

La concentration en tritium dans le ruisseau Les Roteures est stable comme habituellement et très faible (< 10 Bq/L), et en diminution dans les ruisseaux du Grand-Bel et 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 11 GBq. Elle est majoritaire par rapport aux rejets via GPNE.

La présence de <sup>137</sup>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.

## 5.4 Surveillance radiologique atmosphérique

### 5.4.1 Présentation générale

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 l'air (dont aérosols), la pluie (cf. 4.2.2) et les végétaux permettent de vérifier le bon état radiologique atmosphérique environnemental et de détecter toute élévation anormale.

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 5-31. Cette figure identifie également les points de prélèvement des végétaux.

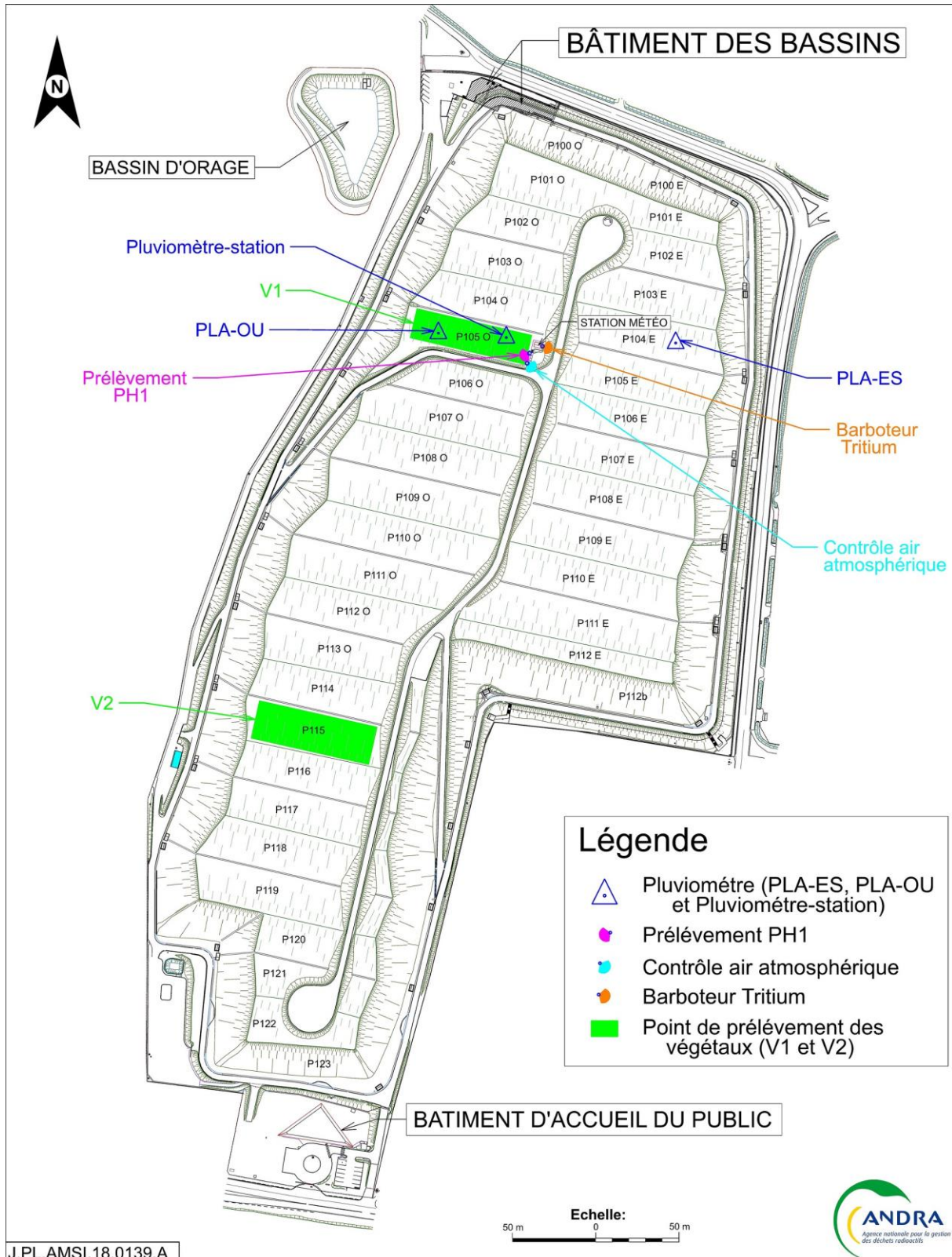


Figure 5-31

Localisation de la station de contrôle atmosphérique pluviomètre et points de prélèvements de végétaux

#### 5.4.2 Contrôles 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 9-63.

Les valeurs moyennes, maximales et minimales, sont données dans le Tableau 5-17.

Tableau 5-17 Résultats des mesures radiologiques des poussières atmosphériques

Paramètre	Concentration moyenne en mBq/m <sup>3</sup>	Concentration maximale en mBq/m <sup>3</sup>	Concentration minimale en mBq/m <sup>3</sup>
Indice alpha global	0,029	0,15	≤ 0,0060
Indice bêta global	0,40	2,0	0,065

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. Les valeurs des indices alpha et bêta globaux les plus élevées ont été mesurées fin mars 2022 et sont liées aux masses d'air venant du sud et contenant des sables sahariens connus pour contenir des radionucléides et notamment du césium 137. Le seuil d'investigation de 2 mBq/m<sup>3</sup> en bêta global préconisé à l'annexe 2 de la décision environnementale (3) a été atteint pour un résultat le 25 mars 2022.

Une spectrométrie gamma complémentaire a donc été réalisée sur le filtre concerné ; les résultats mettent en évidence uniquement la présence de radionucléides d'origine naturelle, à savoir le béryllium 7 et le plomb 210 (Tableau 9-64).

#### 5.4.3 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) et 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 9-65. Le Tableau 5-18 résume les résultats obtenus en 2022.

Tableau 5-18 Résultats des mesures de tritium atmosphérique

Paramètre	Concentration moyenne en Bq/m <sup>3</sup>	Concentration maximale en Bq/m <sup>3</sup>	Concentration minimale en Bq/m <sup>3</sup>
HTO	0,20	0,56	≤ 0,071
HT	0,27	0,67	≤ 0,075

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 dans les mêmes périodes (Tableau 9-9). Il est à noter que les mesures d'activités tritium dans l'air ne sont pas systématiquement significatives et qu'elles dépendent, comme évoqué au § 4.2.2, de l'activité d'Orano Recyclage, vu comme principal contributeur à l'activité en tritium présent dans le compartiment atmosphérique.

#### 5.4.4 Contrôles des végétaux de la couverture

La localisation des points de prélèvement des végétaux est indiquée en Figure 5-31. 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 9-66.

Les activités massiques des radioéléments naturels  $^{40}\text{K}$  (de 177 Bq/kg sec à 1 120 Bq/kg sec) et  $^{7}\text{Be}$  (de 156 Bq/kg sec à 1 910 Bq/kg sec) sont systématiquement significatives. Le potassium est un constituant des végétaux dont la concentration varie en fonction de l'état végétatif. Le  $^{7}\text{Be}$  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.

Aucun radionucléide artificiel n'a été détecté.

#### 5.4.5 Conclusion

La surveillance du compartiment atmosphérique ne montre pas d'évolution en 2022. Les valeurs mesurées sont toutes du niveau environnemental. Seules des concentrations de tritium mesurées dans l'air (de 0,20 à 1,2 Bq/m<sup>3</sup>) sont d'origine anthropique (influence des rejets autorisés d'Orano Recyclage).

### 5.5 Surveillance complémentaire

#### 5.5.1 Mesure du rayonnement gamma ambiant

Pour effectuer la surveillance dosimétrique de l'environnement du site, 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) sont répartis sur le site (Figure 5-32). Ces dosimètres permettent d'estimer l'équivalent de dose ambiant. Ces appareils permettent de mesurer les rayonnements gamma d'origine cosmiques et telluriques.

Les résultats des mesures radiologiques concernant ces points de contrôle sont présentés dans le Tableau 9-67.

En 2022, les valeurs de débit de dose mensuelles varient de 74 à 115 nGy/h. Le débit de dose moyen calculé à partir des 10 dosimètres de clôture est de 95 nGy/h (89 nGy/h en 2021) et 99 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).



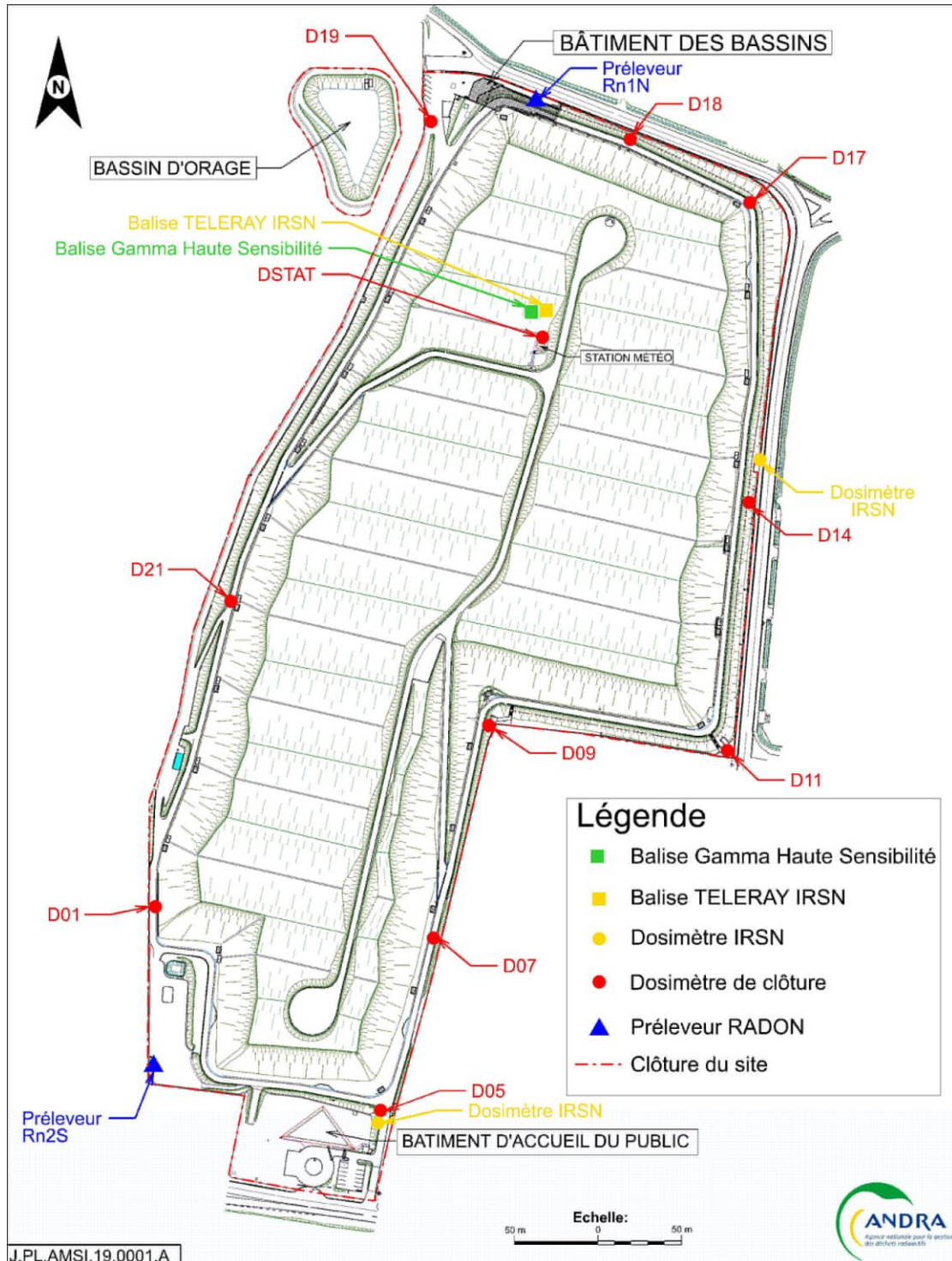


Figure 5-32 Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site

### 5.5.2 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. Pour rappel, le radon est un gaz radioactif naturel.

La localisation des préleveurs dédiés à la mesure du radon est rappelée en Figure 5-32.

Les résultats pour l'année 2022 sont présentés dans le Tableau 9-68. Ils sont similaires à ceux des années précédentes.

Les concentrations volumiques en radon sont en moyenne d'environ 2,4 Bq/m<sup>3</sup> sur l'année.

Le niveau moyen du préleveur placé au nord, Rn1n (3,5 Bq/m<sup>3</sup>), est, comme les années précédentes, supérieur à celui du préleveur Sud, Rn2s (1,7 Bq/m<sup>3</sup>).

Aucune évolution à la hausse n'est mise en évidence en 2022.

### 5.5.3 Contrôles croisés et analyses complémentaires

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

#### 5.5.3.1 Contrôles croisés sur les mesures tritium

Le tritium étant l'élément radioactif le plus mesuré dans le cadre du suivi de la surveillance sur le CSM, ce paramètre a fait l'objet de contrôles croisés afin d'évaluer la performance du laboratoire en charge des analyses réglementaires. Des échantillons doublons ont été envoyés à la fois au LAC (laboratoire en charge de ces analyses) et à Subatech (organisme ne réalisant pas cette surveillance).

Les résultats obtenus par les deux laboratoires sont présentés dans le Tableau 5-19.

Tableau 5-19 Comparaison des mesures tritium dans la pluie et dans le PO113

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Résultats obtenus par le LAC (Bq/L)	Résultats obtenus par Subatech (Bq/L)	Ecart (%)	En
Pluie	31/01/2022	112 +/- 12	121 +/- 19	8,0 %	0,40
PO113	04/10/2022	584 +/- 47	575 +/- 81	-1,5 %	0,10

Les résultats obtenus par les deux laboratoires sont statistiquement identiques (écart inférieur à 10 % et écart normalisé (En) inférieur à 1).

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

#### 5.5.3.2 Contrôles croisés sur les rejets du Centre

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 tandis que les analyses physico-chimiques sont réalisées par le laboratoire ASPECT. Des doublons des effluents de la CMG et du BDS ont été envoyés à Eichrom pour réaliser des contrôles croisés.

Les résultats obtenus par les laboratoires sont présentés dans le Tableau 5-20 et dans le Tableau 5-21.

Tableau 5-20 Comparaison des mesures radiologiques mensuelles au BDS du 03/10/22

Paramètres	Résultats obtenus par le LAC (Bq/L)	Résultats obtenus par Eichrom (Bq/L)	Ecart (%)	En
Alpha global	0,026 +/- 0,021	0,04 +/- 0,02	54 %	0,48
Bêta global	0,25 +/- 0,06	<0,2	-	-
H3	18,3 +/- 3,8	20,6 +/- 6,9	13 %	0,29

Les résultats radiologiques obtenus par les deux laboratoires sont du même ordre de grandeur. Les écarts sont importants car les valeurs sont relativement faibles. En tenant compte des incertitudes (écarts normalisés), les résultats sont statistiquement identiques (En<1). Pour la valeur au seuil en bêta global, elle est cohérente avec la valeur significative.

Tableau 5-21 Comparaison des mesures physico-chimiques mensuelles au BDS et à la CMG

Point de contrôle	Date de prélèvement	Paramètres	Unités	Résultats obtenus par ASPECT	Résultats obtenus par Eichrom	Ecart (%)	En
CMG	14/09/2022	pH	-	7,2 +/- 0,3	7,1 +/- 0,4	-1 %	0,20
		MES	mg/l	6,0 +/- 0,6	1,00 +/- 0,06	-83 %	8,29
		DCO	mg/l	10 +/- 1	17,9 +/- 3,6	79 %	2,11
		HCT	mg/l	<0,02	<0,1	-	-
BDS	03/10/2022	Ni	µg/l	36 +/- 3,2	34,6 +/- 3,5	-4 %	0,30

La concentration de nickel mesuré au BDS est identique pour les deux laboratoires. Les résultats des mesures pH et des hydrocarbures mesurés dans la CMG sont également identiques pour les deux laboratoires. En revanche, des écarts importants sont constatés pour les résultats de MES et de DCO. Ces écarts sont à mettre en lien avec les contraintes de délais sur ce type de mesures conformément à l'application de la norme sur la conservation des échantillons d'eau (39). En effet, le laboratoire Aspect est accrédité par le Cofrac sur ces analyses et respecte les délais imposés pour la réalisation des mesures. La mesure des MES a été faite le 15/09/22 soit 24h après le prélèvement et celle de la DCO le 16/09/22 soit deux jours après le prélèvement, tandis que celles traitées par Eichrom ont été réalisées pratiquement un mois après le prélèvement. L'impact des délais est donc important. Toutefois, les résultats obtenus par les deux laboratoires restent du même ordre de grandeur et respectent les valeurs seuils de l'arrêté rejet (1)

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

#### 5.5.3.3 Contrôles croisés sur la mesure de Ni-59

Le nickel 59 est un élément ne faisant pas l'objet d'essais inter-laboratoire, il est donc difficile pour les laboratoires d'évaluer leur méthode. L'Andra a donc fait réaliser des analyses en doublon sur cet élément lors de la campagne du second semestre.

Les résultats obtenus par les laboratoires sont présentés dans le Tableau 5-26.

Tableau 5-22 Comparaison des résultats de mesures du Ni59

Point de contrôle	Date de prélèvement	Résultats obtenus par Subatech (Bq/L)	Résultats obtenus par Eichrom (Bq/L)
CMG	02/01/2023	< 0,074	<0,3
BDS	02/01/2023	< 0,068	<0,1
BRS000 - soluble	27/12/2022	< 0,079	<0,3
BRS000 - insoluble	27/12/2022	<0,076	<0,2

Les deux laboratoires présentent des résultats inférieurs au seuil de décision. Les performances analytiques des deux laboratoires permettent d'obtenir des SD inférieurs à 1 Bq/L.

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

#### 5.5.3.4 Recherche de l'origine des émetteurs alpha présents dans le PO179

Le piézomètre PO179 présente régulièrement des activités alpha global supérieures à 0,1 Bq/L, valeurs de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (32). Une recherche des radionucléides naturels et artificiels a été réalisée cette année. Les résultats sont présentés dans le Tableau 5-23.

Tableau 5-23 Résultats des mesures complémentaires de recherches des radionucléides naturels et artificiels émetteurs alpha dans le PO179

Paramètre	Unité	PO179
U-234	Bq/L	0,0044 +/- 0,0035
U-235	Bq/L	≤ 0,0016
U-238	Bq/L	0,0052 +/- 0,0039
Ra-226	Bq/L	0,012 +/- 0,009
Am241	Bq/L	≤ 0,00031
Cm243+244	Bq/L	≤ 0,00022
Pu238	Bq/L	≤ 0,00058
Pu239+240	Bq/L	≤ 0,00047

L'activité de l'indice alpha global est dû à la présence de RN naturels. L'origine de cette activité alpha global est en effet principalement due à la chaîne de désintégration de l'uranium. Aucun RN artificiel n'est mis en évidence.

### 5.5.3.5 Analyses complémentaires sur le suivi radiochimique des PO114 et PO139

Dans le cadre de l'instruction du réexamen de sûreté 2019 du CSM (12), l'Andra a été sollicitée pour réaliser des analyses radiologiques complémentaires sur les piézomètres PO114 et PO139 pour déterminer les radioéléments à l'origine des valeurs significatives de l'indice bêta global (40). Le Tableau 5-24 présente la synthèse des résultats de la détermination de l'indice bêta global.

Tableau 5-24 Historique des résultats de l'indice bêta global de 2020 à 2022 dans le PO114 et le PO139

	PO114	PO139
Moyenne de l'indice bêta global en Bq/L	0,26	0,30
Maximales de l'indice bêta global en Bq/L	0,49	0,52
Minimales de l'indice bêta global en Bq/L	0,17	0,18

Les résultats des indices d'activité beta global dans la nappe sont peu dispersés et ne présentent pas d'augmentation qui pourrait alerter sur dégradation du stockage. Pour rappel, le critère de qualité des eaux destinées à la consommation humaine est de 1 Bq/L (32) ; l'ensemble des résultats obtenus est inférieur à cette valeur.

En dehors d'une activité anthropique, des émetteurs alpha et bêta, issus des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium et de la présence de potassium, sont systématiquement présents dans les eaux de nappe à des concentrations variables en lien avec les formations géologiques qu'elles traversent.

Une recherche à bas seuil des éléments naturels des chaînes de l'uranium et du thorium a donc été entreprise, via entre autres une analyse gamma qui permet aussi de mettre en évidence la présence d'émetteurs gamma artificiels. Pour cela, un échantillon a été prélevé chaque trimestre dans le PO114 et le PO139, pour s'affranchir de l'impact de saisonnalité.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 5-25.

Tableau 5-25 Résultats des analyses radiologiques à bas seuil dans les piézomètres PO114 et PO139 : moyenne annuelle en Bq/L

Piézomètre	Indice bêta	<sup>14</sup> C	<sup>40</sup> K	<sup>210</sup> Pb	<sup>212</sup> Pb	<sup>226</sup> Ra	<sup>228</sup> Ac	<sup>60</sup> Co	<sup>94</sup> Nb	<sup>108m</sup> Ag	<sup>129</sup> I	<sup>137</sup> Cs	<sup>241</sup> Am
PO114	0,69	4,4	0,07	0,062	≤0,015	0,095	0,063	≤0,0082	≤0,0084	≤0,0092	≤0,044	≤0,011	≤0,012
PO139	0,27	2,0	0,07	0,092	≤0,014	0,070	0,034	≤0,0076	≤0,0082	≤0,0090	≤0,054	≤0,0089	≤0,011

Dans les deux cas, du potassium est mesuré mais sa contribution à l'indice bêta global ne permet pas d'expliquer la totalité de la radioactivité mesurée.

Les analyses montrent également des activités significatives en <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra et <sup>210</sup>Pb, radioéléments naturels. Ces RN sont issus des chaînes radioactives naturelles de l'uranium. La présence de ces RN

implique la présence de leurs descendants à vies courtes et notamment des émetteurs bêta ( $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Bi}$  et  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ). La concentration en solution de ces éléments varient en fonction des propriétés chimiques de l'élément et des conditions physico-chimiques des eaux.

En considérant l'équilibre séculaire, l'activité bêta due aux RN des chaînes naturelles est estimée à :

- PO114 = 0,60 Bq/L
- PO139 = 0,39 B/L

En ce qui concerne les émetteurs artificiels, seul le carbone 14, émetteurs bêta, est détecté dans les deux échantillons et contribue ainsi à l'indice bêta global. En effet, même si sa détection en bêta global reste faible compte tenu de son énergie bêta (entre 12 et 15 %), c'est le RN ayant la plus forte concentration (environ 10 fois plus que les RN naturels). L'activité bêta mesurable au compteur proportionnel due au carbone 14 est estimée à environ :

- PO114 = 0,53 Bq/L
- PO139 = 0,24 B/L

La présence de RN naturels (potassium et chaînes naturelles de décroissance) ainsi que la présence de carbone 14 dans les eaux prélevées dans les piézomètres PO114 et PO139 expliquent les valeurs des indices bêta global significatifs mesurées dans ces piézomètres.

#### 5.5.4 Ventilation des galeries du RSGE

La ventilation des galeries du RSGE ainsi que les phénomènes naturels de condensation et de convection apportent de l'eau dans les galeries du RSGE. Les effluents issus de cette condensation sont principalement restitués vers l'exutoire du drainage profond, le point de contrôle RD12, mais probablement aussi par certains BRS drainant les ouvrages de stockage.

La quantité d'eau injectée par heure de fonctionnement de la ventilation est estimée à 69 litres d'eau.

À titre d'information, les états mensuels des heures de fonctionnement de la ventilation des galeries sont présentés dans le Tableau 5-26. L'utilisation de la ventilation des galeries est du même niveau que les années précédentes. Cette année, le mois d'octobre a été le plus utilisé, octobre étant la période des inspections, des mesures de débits et de prises d'échantillonnage des RD et des BRS.

Tableau 5-26 *Fonctionnement mensuel de ventilation des galeries du RSGE*

Mois	Nombre d'heures
Janvier	245,7
Février	68,7
Mars	295,7
Avril	113,8
Mai	182,5
Juin	154,8
Juillet	20,6
Août	190,3
Septembre	189,9
Octobre	419,7
Novembre	149,7
Décembre	163,5
<b>Total</b>	<b>2194,9</b>





# Estimation des doses

<b>6.1</b>	<b><i>Rayonnement gamma ambiant</i></b>	<b>178</b>
<b>6.2</b>	<b><i>Estimation de l'impact radiologique des rejets</i></b>	<b>178</b>
<b>6.3</b>	<b><i>Comparaison du suivi volumétrique et radiologique du BRSO aux résultats de la modélisation présentée dans le RDS 2009</i></b>	<b>184</b>
<b>6.4</b>	<b><i>Synthèse de l'estimation des doses radiologiques reçues par les groupes de référence pour l'année 2022</i></b>	<b>188</b>

## 6.1 Rayonnement gamma ambiant

À ce jour, le niveau d'irradiation mesuré sur le CSM et dans son proche environnement est équivalent à l'irradiation naturelle de la région (cf. § 5.5.1). À ce titre, il n'est pas évalué d'impact sur l'homme et/ou sur l'environnement.

## 6.2 Estimation de l'impact radiologique des rejets

Les calculs d'impact, dont les méthodes d'évaluation sont décrites dans le dossier d'autorisation de rejet (11) prennent en compte deux aspects :

- les rejets d'effluents à risque collectés au niveau du BDS et rejetés par l'émissaire marin d'Orano Recyclage, via l'installation de traitement des effluents d'Orano Recyclage ;
- la présence d'un marquage en tritium du ruisseau de la Sainte-Hélène qui est le fait de transferts de tritium par les eaux souterraines et de rejets d'eaux pluviales issues du CSM ou d'Orano Recyclage au point GPNE.

### 6.2.1 Impact des rejets en mer

L'impact radiologique des rejets marins est évalué sur les individus composant le groupe de référence hypothétique des pêcheurs de Goury, au moyen d'un modèle de transfert à l'homme dont le principe est décrit sur la Figure 6-1.



Figure 6-1 Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des rejets en mer

Les équations et les paramètres pris en compte dans la modélisation sont ceux figurant dans l'étude d'impact du dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance (6).

En 2022, les activités radiologiques des rejets en mer « d'effluents à risque » issus du CSM ont été de (cf. Tableau 9-22) :

- 1,3 MBq en émetteurs alpha ;
- 13 MBq en émetteurs bêta-gamma ;
- 2,113 GBq en tritium.

Afin de s'approcher au mieux de l'impact réel du Centre, il est proposé, depuis le bilan d'activités 2012, d'évaluer la dose associée à chaque radionucléide mesuré en semestriel au BDS (Tableau 9-21), sous réserve de la disponibilité des valeurs des paramètres de transfert de l'eau de mer vers la biosphère. Il est à noter que les valeurs issues des résultats mensuels et des résultats semestriels présentent des écarts, mais compatibles entre eux. Ainsi, pour 2022, l'impact radiologique individuel du groupe de référence, résultant de la modélisation par cette méthode, est évalué à  $1,3 \cdot 10^{-5}$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un adulte, et à  $8,7 \cdot 10^{-6}$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un enfant de 10 ans (cf. Tableau 6-1 et Tableau 6-2).

Tableau 6-1 Impact radiologique des rejets en mer pour un adulte

Doses calculées pour un adulte (Sv/an)				
Mode désintégration	Radionucléide	Dose par exposition externe	Dose par ingestion	Dose totale
<b>Émetteurs bêta-gamma</b>				
$\beta+$ , $\beta-$	K40 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	<u>Co60</u>	2,76E-14	2,50E-13	<b>2,78E-13</b>
$\beta-$	<u>Nb94</u>	1,53E-13	7,57E-15	<b>1,60E-13</b>
$\beta+$ , Ti	<u>Ag108m</u>	3,44E-16	3,66E-13	<b>3,67E-13</b>
$\beta-$ , Ti	<u>Ag110m</u>	6,45E-16	5,05E-13	<b>5,06E-13</b>
$\beta-$	<u>I129</u>	1,66E-17	8,55E-13	<b>8,55E-13</b>
$\beta+$ , $\beta-$	Cs134	3,37E-16	6,32E-14	<b>6,36E-14</b>
$\beta-$	Cs137	6,36E-20	4,36E-14	<b>4,36E-14</b>
$\beta-$	Pb210 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Pb212 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Pb214 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\alpha$ , $\gamma$	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Ra228 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Th234 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Tritium	0 <sup>(2)</sup>	2,19E-15	<b>2,19E-15</b>
$\beta-$	<u>C14</u> <sup>(3)</sup>	1,32E-18	9,73E-12	<b>9,73E-12</b>
$\beta+$ , $\beta-$	Cl36	9,36E-23	1,76E-17	<b>1,76E-17</b>
$\beta-$	Ni63	0 <sup>(2)</sup>	1,96E-14	<b>1,96E-14</b>
$\beta-$	Sr90	4,37E-21	7,44E-15	<b>7,44E-15</b>
$\beta-$	Tc99	4,82E-21	2,54E-14	<b>2,54E-14</b>

Doses calculées pour un adulte (Sv/an)				
Mode désintégration	Radionucléide	Dose par exposition externe	Dose par ingestion	Dose totale
β-	Sm151	1,14E-17	1,34E-14	1,34E-14
α, β-	Pu241	3,40E-20	5,30E-13	5,30E-13
β+	Ni59	0 <sup>(2)</sup>	1,45E-14	1,45E-14
<b>Sous-total émetteurs bêta-gamma</b>		<b>1,82E-13</b>	<b>1,24E-11</b>	<b>1,26E-11</b>

#### Émetteurs alpha

α	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
α, F	U235 <sup>(4)</sup>	5,05E-18	1,37E-15	1,37E-15
α	Am241 <sup>(4)</sup>	2,66E-18	3,82E-14	3,82E-14
α	U234	4,28E-19	2,37E-14	2,37E-14
α, F	U238	2,46E-19	1,83E-14	1,83E-14
Fs, α	Pu238	4,32E-20	7,43E-14	7,43E-14
Fs, α	Cm244	6,37E-18	2,58E-14	2,58E-14
α	Pu239	1,88E-20	8,07E-14	8,07E-14
Fs, α	Pu240	4,13E-20	8,07E-14	8,07E-14

#### ICP-MS

α	Th232 <sup>(1)</sup>	-	-	-
<b>Sous-total émetteurs alpha</b>		<b>1,49E-17</b>	<b>3,43E-13</b>	<b>3,43E-13</b>
<b>Total radionucléides</b>		<b>1,82E-13</b>	<b>1,28E-11</b>	<b>1,30E-11</b>

Fs: fission spontanée

Ti : transition isomérique (états métastables m et n)

F: clairance pulmonaire fournie par l'arrêté du 1er septembre 2006 (F pour Fast)

(1) Radionucléides pour lesquels des valeurs de paramètres de transfert sont indisponibles. Le <sup>40</sup>K, est principalement issu du béton (en équilibre isotopique avec le potassium stable relâché) et non des déchets, cela n'a donc pas de sens de faire le calcul associé.

(2) Le facteur de dose d'exposition externe est nul pour le tritium, le <sup>59</sup>Ni et le <sup>63</sup>Ni. Par conséquent, les doses associées sont nulles.

(3) Les facteurs de dose par ingestion du <sup>14</sup>C sous forme organique ont été considérés pour l'évaluation de la dose par ingestion : cette forme étant la plus mobile, l'évaluation est conservative. Les facteurs de transfert retiennent, eux, la forme inorganique.

(4) <sup>235</sup>U et <sup>241</sup>Am présentent des concentrations distinctes selon s'il s'agit d'émetteurs alpha ou d'émetteurs bêta gamma. Les facteurs de dose bêta gamma étant indisponibles pour ces deux radionucléides, les doses indiquées ont été calculées à partir des concentrations en émetteurs alpha uniquement.

(en souligné) : radionucléides pour lesquels la dose évaluée est supérieure à 10<sup>-13</sup> Sv/an

Tableau 6-2 Impact radiologique des rejets en mer pour un enfant de 10 ans

Doses calculées pour un enfant de 10 ans (Sv/an)				
Mode désintégration	Radionucléide	Dose par exposition externe	Dose par ingestion	Dose totale
<b>Émetteurs bêta-gamma</b>				
$\beta+$ , $\beta-$	K40 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	<u>Co60</u>	2,76E-14	2,48E-13	2,76E-13
$\beta-$	<u>Nb94</u>	1,53E-13	4,74E-15	1,58E-13
$\beta+$ , Ti	<u>Ag108m</u>	3,44E-16	2,61E-13	2,62E-13
$\beta-$ , Ti	<u>Ag110m</u>	6,45E-16	3,58E-13	3,58E-13
$\beta-$	<u>I129</u>	1,66E-17	4,94E-13	4,94E-13
$\beta+$ , $\beta-$	Cs134	3,37E-16	3,48E-14	3,51E-14
$\beta-$	Cs137	6,36E-20	2,51E-14	2,51E-14
$\beta-$	Pb210 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Pb212 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Pb214 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\alpha$ , $\gamma$	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Ra228 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Th234 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Tritium	0 <sup>(2)</sup>	1,40E-15	1,40E-15
$\beta-$	<u>C14</u> <sup>(3)</sup>	1,32E-18	6,72E-12	6,72E-12
$\beta+$ , $\beta-$	Cl36	9,36E-23	1,80E-17	1,80E-17
$\beta-$	Ni63	0 <sup>(2)</sup>	1,73E-14	1,73E-14
$\beta-$	Sr90	4,37E-21	7,54E-15	7,54E-15
$\beta-$	Tc99	4,82E-21	1,62E-14	1,62E-14
$\beta-$	Sm151	1,14E-17	9,86E-15	9,88E-15
$\alpha$ , $\beta-$	<u>Pu241</u>	3,40E-20	1,79E-13	1,79E-13
$\beta+$	Ni59	0 <sup>(2)</sup>	1,20E-14	1,20E-14
<b>Sous-total émetteurs bêta-gamma</b>		<b>1,82E-13</b>	<b>8,39E-12</b>	<b>8,57E-12</b>

Doses calculées pour un enfant de 10 ans (Sv/an)				
Mode désintégration	Radionucléide	Dose par exposition externe	Dose par ingestion	Dose totale
<b>Émetteurs alpha</b>				
α	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
α, F	U235 <sup>(4)</sup>	5,05E-18	6,44E-16	<b>6,49E-16</b>
α	Am241 <sup>(4)</sup>	2,66E-18	1,35E-14	<b>1,35E-14</b>
α	U234	4,28E-19	1,11E-14	<b>1,11E-14</b>
α, F	U238	2,46E-19	8,86E-15	<b>8,86E-15</b>
Fs, α	Pu238	4,32E-20	2,46E-14	<b>2,46E-14</b>
Fs, α	Cm244	6,37E-18	9,65E-15	<b>9,65E-15</b>
α	Pu239	1,88E-20	2,77E-14	<b>2,77E-14</b>
Fs, α	Pu240	4,13E-20	2,77E-14	<b>2,77E-14</b>
<b>ICP-MS</b>				
α	Th232 <sup>(1)</sup>	-	-	-
<b>Sous-total émetteurs alpha</b>		<b>1,49E-17</b>	<b>1,24E-13</b>	<b>1,24E-13</b>
<b>Total radionucléides</b>		<b>1,82E-13</b>	<b>8,52E-12</b>	<b>8,70E-12</b>

Fs: fission spontanée

Ti : transition isomérique (états métastables m et n)

F: clairance pulmonaire fournie par l'arrêté du 1er septembre 2006 (F pour Fast)

(1) Radionucléides pour lesquels des valeurs de paramètres de transfert sont indisponibles. Le <sup>40</sup>K, est principalement issu du béton (en équilibre isotopique avec le potassium stable relâché) et non des déchets, cela n'a donc pas de sens de faire le calcul associé.

(2) Le facteur de dose d'exposition externe est nul pour le tritium, le <sup>59</sup>Ni et le <sup>63</sup>Ni. Par conséquent, les doses associées sont nulles.

(3) Les facteurs de dose par ingestion du <sup>14</sup>C sous forme organique ont été considérés pour l'évaluation de la dose par ingestion : cette forme étant la plus mobile, l'évaluation est conservatrice. Les facteurs de transfert retiennent, eux, la forme inorganique.

(4) <sup>235</sup>U et <sup>241</sup>Am présentent des concentrations distinctes selon s'il s'agit d'émetteurs alpha ou d'émetteurs bêta gamma. Les facteurs de dose bêta gamma étant indisponibles pour ces deux radionucléides, les doses indiquées ont été calculées à partir des concentrations en émetteurs alpha uniquement.

(en souligné) : radionucléides pour lesquels la dose évaluée est supérieure à 10<sup>-13</sup> Sv/an

## 6.2.2 Cas du marquage du ruisseau de la Sainte-Hélène

Les résultats des mesures de concentration volumique en tritium au point R6-10 (Tableau 9-57) permettent de prendre en compte le tritium rejeté au point GPNE et le tritium issu des eaux souterraines.

L'impact radiologique du marquage des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène à l'aval de l'ensemble des rejets est évalué sur les individus composant le groupe de référence hypothétique de type agricole localisé au lieu-dit « hameau de la Fosse », au plus près des compartiments susceptibles d'avoir les plus fortes concentrations en tritium.

L'impact radiologique individuel est évalué au moyen d'un modèle de transfert à l'homme dont le principe est décrit sur la Figure 6-2.



Figure 6-2

Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des eaux de la Sainte-Hélène

Les équations et les paramètres pris en compte dans la modélisation sont ceux du rapport de sûreté de 2009 (29).

En 2022, la concentration moyenne en tritium des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène au point R6-10 a été de 14,1 Bq/L.

L'impact individuel sur le groupe de référence, résultant de la modélisation, est évalué à **0,114  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un adulte**, 0,108  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un enfant de 10 ans et 0,104  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un enfant de 1 an.

La Figure 6-3 détaille les contributions des différentes voies d'atteinte. On constate que l'impact radiologique est essentiellement lié à l'utilisation de l'eau de la Sainte-Hélène pour la boisson. La prise en compte d'une hypothèse moins pénalisante (suppression de la boisson d'eau issue du ruisseau) conduit à un impact de 0,021  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un adulte, 0,053  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un enfant de 10 ans et 0,067  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour un enfant de 1 an.

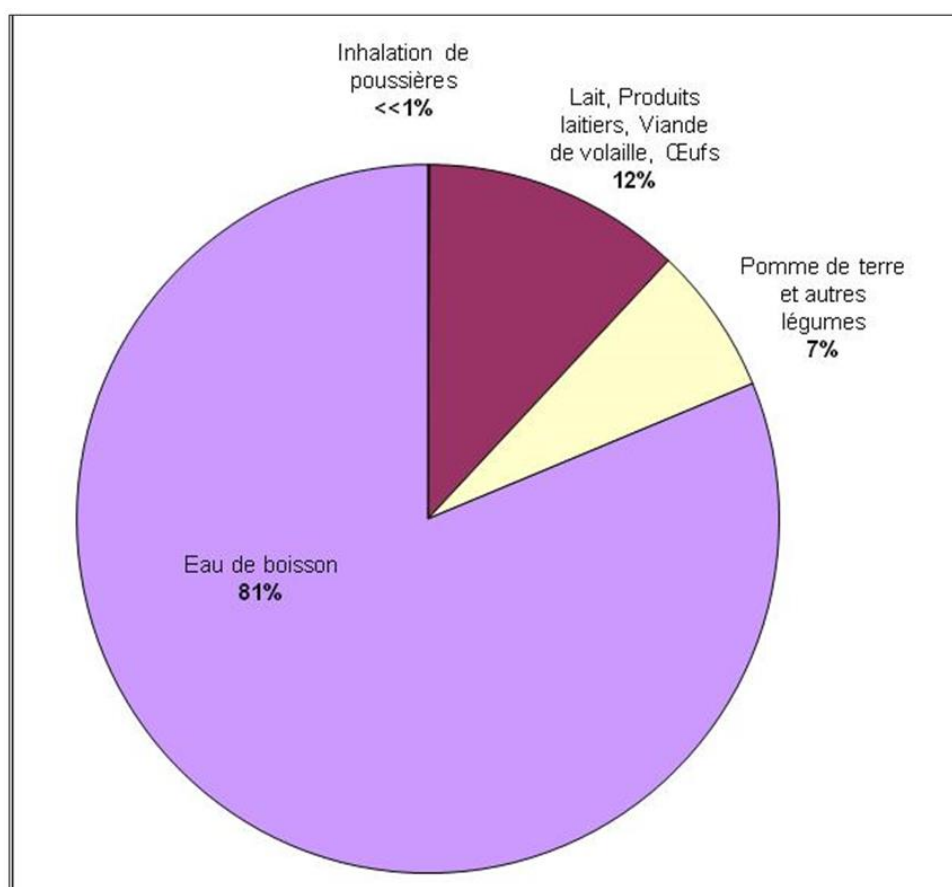


Figure 6-3 Répartition des contributions des différentes voies d'atteinte à l'impact radiologique pour un adulte

### 6.3 Comparaison du suivi volumétrique et radiologique du BRSO aux résultats de la modélisation présentée dans le RDS 2009

La comparaison des observations réalisées dans le cadre de la surveillance du Centre par rapport aux résultats de la modélisation du rapport de sûreté du CSM (29) permet de vérifier le caractère enveloppe des calculs de relâchement par les ouvrages de stockage.

Comme les calculs réalisés sont destinés à évaluer l'impact sur l'homme résultant de relâchements du stockage vers la nappe puis les ruisseaux en aval, certaines hypothèses tendent à maximiser les relâchements vers la nappe plutôt que vers le réseau séparatif (à titre d'exemple, l'efficacité du radier



des ouvrages anciens n'étant pas garantie, les flux hydrauliques sont supposés transiter intégralement vers la nappe à travers les radiers de ces ouvrages).

C'est pourquoi dans le but de vérifier le caractère pénalisant du modèle, les relâchements mesurés au point BRSO (ainsi que BRSObis à partir de 2011) sont comparés au cumul des relâchements calculés pour chaque ouvrage par le modèle (somme des relâchements calculés vers la nappe et vers le réseau séparatif).

La période de comparaison débute en 1996, c'est-à-dire après la fin des travaux de pose de la membrane qui impose dès lors des infiltrations d'eau pluviale extrêmement limitées au niveau des colis de déchets. Ces résultats étant présentés dans les rapports de sûreté successifs du CSM (29) et (41), le présent bilan ne présente que les évolutions constatées depuis 2013.

### 6.3.1 Volumes d'eau collectés par le RSGE et le RSGEbis

Avec un flux d'eau de 5 L/m<sup>2</sup>/an sous couverture considéré dans la modélisation, le volume total d'eau collecté par le RSGE et le RSGEbis devrait atteindre **443 m<sup>3</sup>/an**, en incluant la contribution des ouvrages anciens dont l'efficacité du radier n'est pas garantie (193 m<sup>3</sup>/an).

Avec **403,20 m<sup>3</sup> collectés en 2022** (8,15 m<sup>3</sup> pour le RSGE et 395,05 m<sup>3</sup> pour le RSGEbis), l'ordre de grandeur retenu dans la modélisation reste cohérent avec les observations qui varient entre 257 m<sup>3</sup>/an et 526,8 m<sup>3</sup>/an sur la période 2005-2022.

Les flux d'eau retenus dans la modélisation du SEN (en cumulant de manière conservatrice le flux vers le RSGE et le flux vers la nappe pour chaque ouvrage) peuvent même être considérés comme majorants vis-à-vis du nombre d'ouvrages réellement soumis à une infiltration d'eau significative.

### 6.3.2 Relâchements collectés par le RSGE et le RSGEbis

La comparaison entre les valeurs modélisées et les mesures est réalisée en divisant les relâchements annuels calculés hors des ouvrages de stockage dans le cadre du SEN (en cumulant de manière conservatrice le flux vers le RSGE et le RSGEbis et le flux vers la nappe pour chaque ouvrage), par les activités collectées au BRSO (ainsi qu'au point BRSObis) pour chaque année de la période 2013-2022 (cf. Tableau 6-3).

Par souci de clarté, dans le Tableau 6-3, on considère les radionucléides suivants :

- le tritium qui fait l'objet d'une mesure spécifique ;
- pour les mesures en bêta global et en alpha global, les activités mesurées au point BRSO (ainsi qu'au point BRSObis) sont comparées aux résultats du modèle relatif :
  - ✓ aux radionucléides servant au calibrage des appareils de mesure en bêta global et en alpha global, c'est-à-dire le <sup>90</sup>Sr pour bêta global et le <sup>239</sup>Pu pour alpha global ;
  - ✓ aux radionucléides dont une analyse spectrométrique a pu établir qu'ils sont les principaux contributeurs bêta et alpha détectés de manière chronique dans les eaux collectées au point BRSO (ainsi qu'au point BRSObis). Il s'agit du <sup>137</sup>Cs et de la somme des isotopes de l'uranium <sup>234</sup>U+<sup>235</sup>U+<sup>238</sup>U (notés U).

Tableau 6-3 Évolution des facteurs de surestimation des relâchements entre le modèle et les mesures

Modèle	Tritium	$\beta_{\text{global}}$	$\beta_{\text{global}}$	$\alpha_{\text{global}}$	$\alpha_{\text{global}}$
Mesures	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{239}\text{Pu}$	U
<b>BRSO + BRSObis</b>					
2013	63	2,4E+04	7,5E+05	4,3E+06	4,0E+04
2014	110	2,1E+04	6,6E+05	4,2E+06	4,0E+04
2015	90	1,9E+04	5,9E+05	6,1E+06	6,0E+04
2016	108	2,4E+04	7,5E+05	7,7E+06	7,8E+04
2017	135	2,1E+04	6,7E+05	7,5E+06	7,8E+04
2018	121	2,4E+04	7,6E+05	8,6E+06	9,3E+04
2019	108	2,3E+04	7,4E+05	7,0E+06	7,7E+04
2020	123	2,0E+04	6,3E+05	6,3E+06	7,1E+04
2021	143	2,1E+04	6,6E+05	8,3E+06	9,5E+04
2022	157	2,0E+04	6,4E+05	7,3E+06	8,5E+04

Le tableau permet de constater que, sur la période 2013-2022, les relâchements au point BRSO (ainsi qu'au point BRSObis) sont surestimés par la modélisation :

- la surestimation la plus faible est obtenue avec le tritium, pour lequel les relâchements modélisés sont 63 à 157 fois supérieurs à l'activité collectée au point BRSO (ainsi qu'au point BRSObis) ;
- les relâchements modélisés en émetteurs alpha ou bêta sont très fortement supérieurs (4 à 6 ordres de grandeur) à l'activité collectée au point BRSO (ainsi qu'au point BRSObis).

Pour les radionucléides autres que le tritium, les activités relâchées ont nécessairement pour cause une circulation d'eau. Les écarts les plus importants entre valeurs modélisées et mesures apparaissent donc liés à la prise en compte, dans le scénario, d'un débit d'infiltration constant et uniforme au toit de chaque ouvrage de stockage (5 L/m<sup>2</sup>/an pour le rapport de sûreté) alors que le REX de la surveillance montre que les infiltrations à travers la couverture sont plus limitées.

L'écart entre les valeurs modélisées et les mesures est plus faible pour le tritium car ce radionucléide est mobile avec l'eau mais est transféré aussi sous forme gazeuse et donc ne dépend pas seulement des infiltrations liquides à travers la couverture.

### 6.3.3 Radionucléides recherchés au point BRSO (hors BRSObis)

Le volume d'effluent collecté au BRSO est de 8,15 m<sup>3</sup> (Tableau 4-3).

Les mesures de spectrométries (gamma et alpha) et de scintillation liquide réalisées sur les eaux collectées au point BRSO (Tableau 9-32) permettent d'étendre la comparaison entre valeurs modélisées et mesures à un nombre plus étendu de radionucléides (Tableau 6-4).

Les écarts relatifs à ces radionucléides permettent de confirmer, pour l'année 2022, le décalage entre les relâchements calculés pour le SEN et les résultats des mesures, pour les 16 radionucléides susceptibles d'être les plus mobilisables (hors tritium) en cas d'infiltration d'eau au sein du stockage.

Tableau 6-4 Facteur de surestimation des relâchements par le modèle

Radionucléides recherchés		Détection au BRSO (hors BRS0bis)		Ratio Modèle/Mesure
		Concentration (Bq/L)	Flux estimé (kBq)	
Emetteurs bêta	<sup>14</sup> C	56 à 110	6,8E+02	3,2E+05
	<sup>60</sup> Co	<SD	8,8E-02	1,5E+08
	<sup>137</sup> Cs	8,3 à 9,6	7,5E+01	2,5E+07
	<sup>63</sup> Ni	0,24 à 0,61	3,5E+00	6,6E+08
	<sup>36</sup> Cl	<SD	1,4E+00	1,5E+06
	<sup>59</sup> Ni	<SD	6,3E-01	6,7E+07
	<sup>90</sup> Sr	0,069 à 0,120	7,6E-01	7,9E+07
	<sup>94</sup> Nb	<SD	8,7E-02	2,5E+07
	<sup>99</sup> Tc	0,079	4,4E-01	2,0E+06
	<sup>108m</sup> Ag	<SD	1,0E-01	4,3E+07
	<sup>241</sup> Pu	<SD	4,4E-01	7,4E+04
Emetteurs alpha	<sup>226</sup> Ra	0,008 à 0,018	1,1E-01	1,5E+06
	<sup>232</sup> Th	<SD	2,5E-02	3,5E+06
	<sup>238</sup> Pu	0,0027	1,3E-02	3,4E+09
	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	0,0021	1,1E-02	2,3E+10
	<sup>241</sup> Am	<SD	7,9E-04	7,6E+09

Comme pour les précédentes années, l'évolution des écarts entre les valeurs modélisées et les mesures pour l'année 2022 tient à la variabilité du seuil de décision et surtout à un plus faible volume d'eau collecté au point BRSO au cours de l'année 2022, du fait de la mise en place du RSGEbis.

#### 6.3.4 Conclusion de la comparaison entre les valeurs modélisées et les mesures aux points BRSO et BRS0bis

D'un point de vue qualitatif, la comparaison entre valeurs modélisées et mesures au point BRSO et au BRS0bis montre que le spectre des radionucléides relâchés d'après le modèle de sûreté est confirmé par les analyses semestrielles aux points BRSO et BRS0bis : spectrométries (gamma et alpha) et scintillation liquide. En effet, on mesure essentiellement les radionucléides présents dans le stockage en grande quantité (<sup>137</sup>Cs et <sup>90</sup>Sr) et/ou considérés comme les plus mobiles (<sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C, <sup>99</sup>Tc).

D'un point de vue quantitatif, la comparaison entre valeurs modélisées et mesures, relative aux relâchements issus du stockage, montre une surestimation systématique des relâchements par le modèle de sûreté d'au moins 4 ordres de grandeur pour les radionucléides émetteurs alpha et bêta. Cet écart est un peu plus réduit pour le tritium (facteur 157), car ce radionucléide présente la spécificité d'être aussi mobile que l'eau, sous forme liquide et vapeur.

On vérifie, pour l'année 2022, que, quel que soit le radionucléide considéré, la modélisation des transferts de radionucléides réalisée dans le cadre du SEN reste un majorant des mesures réalisées dans le RSGE et le RSGEbis.

## **6.4 Synthèse de l'estimation des doses radiologiques reçues par les groupes de référence pour l'année 2022**

Les tableaux des pages suivantes (Tableau 6-5 et Tableau 6-6) présentent les estimations des doses radiologiques reçues par la population pour l'année 2022.

Les résultats présentés correspondent aux populations composant les groupes de référence, conformément au dernier dossier d'autorisation de rejets du Centre (11). Les modalités de calcul de l'impact ont été détaillées dans les paragraphes précédents.

Tableau 6-5 Tableau de synthèse des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2022

Localisation des groupes de référence			Population adulte : dose (µSv/an) due à		Population enfant 10 ans : dose (µSv/an) due à		Population enfant 1 an : dose (µSv/an) due à		Modèle utilisé	
Année	Groupe de référence	Distance au site	IE	In	IE	In	IE	In	IE	In
2022	Groupe de pêcheurs vivant à Goury en bord de mer	7,0 Km	1,82E-07	1,28E-05	1,82E-07	8,52E-06	- (*)	- (*)	Rejets en mer : l'exposition des pêcheurs de Goury est estimée d'après le modèle COGEMA présenté dans le Dossier de Demande d'Autorisation de Rejets de 1998 Irradiation externe par les sédiments remontés par dragage Incorporation par ingestion de crustacés, mollusques et poissons	
	Groupe de référence de type agricole : population d'exploitants agricoles au hameau de la Fosse situé sur le cours de la Sainte-Hélène à la confluence avec le Grand Bel	2,5 km	0	0,114	0	0,108	0	0,104	Rejets et relâchements dans le ruisseau de la Sainte Hélène : l'exposition d'agriculteurs au hameau de la Fosse est calculée par le code Aquabios, d'après le modèle présenté dans le rapport de sûreté 2009. Irradiation externe liée à l'activité des sols. Nulle car marquage par du tritium Ingestion de l'eau de boisson, de produits animaux et végétaux contaminés (via l'eau et les sols).	

IE : Irradiation externe/In : Incorporation

(\*) D'après le dossier SURPADCS97006 (11), Pièce 3, chapitre V.3.3.2.1.Choix et description du groupe de référence, « il n'est pas retenu de catégorie d'enfants en bas âge pour ce groupe de référence car le régime alimentaire des enfants de moins de 2 ans fait apparaître une très faible consommation de poissons, les crustacés et les mollusques n'étant pas consommés et les enfants en bas âge n'étant pas présents sur le bateau de pêche, ils ne sont pas exposés aux sédiments marins remontés par dragage ».

Tableau 6-6 Résultats détaillés – Tableaux analytiques des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2022

Site : CSM

Installation(s) : INB n°66

Groupe de référence : Groupe hypothétique exposé : pêcheurs en mer de Goury \*

Groupe de population : Adultes\*

Distance au site (km) : 7,0

Modèle utilisé : Cf. Tableau 6-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	2,113	2,19E-09	0	-	-	-	2,19E-09	$\approx 0,0 \%$
<b>Total émetteurs <math>\beta\gamma^{**}</math></b>	1,3E-02	1,24E-05	1,82E-07	-	-	-	1,26E-05	$\approx 97,3 \%$
<b>Total émetteurs <math>\alpha^{***}</math></b>	1,3E-03	3,43E-07	1,49E-11	-	-	-	3,43E-07	$\approx 2,6 \%$

\* Groupe de référence exposé aux rejets en mer

\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\beta\gamma$  présents dans le Tableau 6 1.

\*\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\alpha$  présents dans le Tableau 6 1.

Site : CSM

Installation(s) : INB n°66

Groupe de référence : Groupe hypothétique exposé : pêcheurs en mer de Goury \*

Groupe de population : Enfant de 10 ans\*

Distance au site (km) : 7,0

Modèle utilisé : Cf. Tableau 6-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	2,113	1,40E-09	0	-	-	-	1,40E-09	$\approx 0,0 \%$
<b>Total émetteurs <math>\beta\gamma^{**}</math></b>	1,3E-02	8,39E-06	1,82E-07	-	-	-	8,57E-06	$\approx 98,6 \%$
<b>Total émetteurs <math>\alpha^{***}</math></b>	1,3E-03	1,24E-07	1,49E-11	-	-	-	1,24E-07	$\approx 1,4 \%$

\* Groupe de référence exposé aux rejets en mer

\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\beta\gamma$  présents dans le Tableau 6 2.

\*\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\alpha$  présents dans le Tableau 6 2.

Site : CSM

Installation(s) : INB n°66

Groupe de référence : Groupe hypothétique exposé : agriculteur au Hameau de la Fosse \*\*\*\*

Groupe de population : Adultes\*\*\*\*

Distance au site (km) : 2,5

Modèle utilisé : Cf. Tableau 6-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en µSv/an	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Incorporation (µSv/an)	Irradiation externe (µSv/an)	Activité rejetée (GBq)	Incorporation (µSv/an)	Irradiation externe (µSv/an)		
<sup>3</sup> H	17,1	0,114	-	-	-	-	0,114	100 %

\*\*\*\* Groupe de référence cumulant une exposition aux rejets dans le ruisseau de la Sainte Hélène et aux transferts de tritium dans les eaux souterraines.

L'activité rejetée est calculée à partir de l'activité moyenne volumique tritium mesurée en R6-10 et du volume comptabilisé en ce point.



Site : CSM

Installation(s) : INB n°66

Groupe de référence : Groupe hypothétique exposé : agriculteur au Hameau de la Fosse \*\*\*\*

Groupe de population : Enfant de 10 ans\*\*\*\*

Distance au site (km) : 2,5

Modèle utilisé : Cf. Tableau 6-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Incorporation ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	17,1	0,108	-	-	-	-	0,108	100 %

\*\*\*\* Groupe de référence cumulant une exposition aux rejets dans le ruisseau de la Sainte Hélène et aux transferts de tritium dans les eaux souterraines.

L'activité rejetée est calculée à partir de l'activité moyenne volumique tritium mesurée en R6-10 et du volume comptabilisé en ce point.

Site : CSM

Installation(s) : INB n°66

Groupe de référence : Groupe hypothétique exposé : agriculteur au Hameau de la Fosse \*\*\*\*

Groupe de population : Enfant de 1 an\*\*\*\*

Distance au site (km) : 2,5

Modèle utilisé : Cf. Tableau 6-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en µSv/an	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Incorporation (µSv/an)	Irradiation externe (µSv/an)	Activité rejetée (GBq)	Incorporation (µSv/an)	Irradiation externe (µSv/an)		
<sup>3</sup> H	17,1	0,104	-	-	-	-	0,104	100 %

\*\*\*\* Groupe de référence cumulant une exposition aux rejets dans le ruisseau de la Sainte Hélène et aux transferts de tritium dans les eaux souterraines.

L'activité rejetée est calculée à partir de l'activité moyenne volumique tritium mesurée en R6-10 et du volume comptabilisé en ce point

# Protection du milieu naturel

<b>7.1</b>	<b><i>Généralités</i></b>	<b>196</b>
<b>7.2</b>	<b><i>Suivi de la qualité des eaux des ruisseaux</i></b>	<b>196</b>
<b>7.3</b>	<b><i>Suivi hydrobiologique</i></b>	<b>206</b>
<b>7.4</b>	<b><i>Suivi floristique</i></b>	<b>206</b>
<b>7.5</b>	<b><i>Inventaire faunistique</i></b>	<b>207</b>

## 7.1 Généralités

Ce chapitre présente, dans un premier temps, un suivi de la qualité des eaux des ruisseaux en aval du site en rapprochant les résultats des analyses physico-chimiques et les objectifs présentés dans l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38) ainsi que leur état écologique.

Dans un second temps, ce chapitre remonte les observations floristiques et faunistiques le cas échéant et permet ainsi de suivre l'impact du site sur la flore et la faune.

## 7.2 Suivi de la qualité des eaux des ruisseaux

Les résultats des analyses discutés dans ce chapitre sont présentés dans le paragraphe 9.8.11.

### 7.2.1 Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)

Le SDAGE du bassin Seine-Normandie planifie la politique de l'eau, 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 n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (42) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, n'a été défini par le SDAGE bassin Seine-Normandie pour le versant hydrographique du CSM.

L'état global d'une masse d'eau de surface continentale est composé d'un état :

- chimique, déterminé à partir d'une liste de 45 substances ou familles de substances toxiques sur l'environnement et la santé (HAP, substances benzéniques, métaux lourds, pesticides et biocides). L'objectif de bon état chimique consiste à respecter les normes de qualité environnementales (NQE) pour chacune de ces substances dans l'eau. Ces NQE sont fixées à l'annexe 8 de l'arrêté modifié 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 (38) ;
- écologique, résultant de l'ensemble des éléments de qualité physicochimiques (bilan de l'oxygène, température, nutriments, acidification), biologiques (macro-invertébrés, diatomées, macrophytes et poissons), des polluants spécifiques (métaux et pesticides) et des conditions hydromorphologiques. Les valeurs seuils sont fixées à l'annexe 3 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

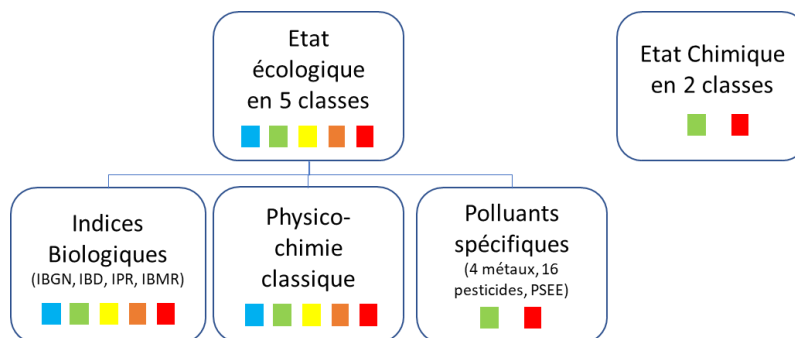


Figure 7-1

Illustration de l'évaluation de l'état écologique et chimique

Les NQE sont utilisées pour les 2 types d'évaluation :

- l'évaluation de l'état chimique, qui concerne les substances « prioritaires » ;
- l'évaluation de la partie chimique dans l'état écologique, qui concerne les polluants spécifiques de l'état écologique (PSEE).

Les NQE, ainsi que les valeurs guides environnementales (VGE), ont un statut réglementaire dans le cadre de l'établissement des états chimiques et écologiques.

La surveillance de la qualité des eaux des ruisseaux dans les paragraphes suivants s'attardera sur l'état écologique (paramètres physicochimiques, polluants spécifiques, indicateurs biologiques) et d'une partie de l'état chimique. En effet, les 45 substances, définies dans l'arrêté modifié du 25 janvier (38), ne sont pas recherchées à chaque campagne d'analyse ni chaque année. Ces substances ont fait l'objet d'une campagne d'analyses spécifique en 2014-2015 dont les résultats ont été présentés dans le bilan 2016 (43). Les résultats de mesures issus de cette campagne étaient en dessous des limites de quantification, en conséquence les rejets du Centre n'ont pas fait l'objet de seconde campagne de recherche de substances dangereuses.

Les éléments de qualité physicochimiques analysés lors des surveillances semestrielles par le CSM sont :

- les paramètres du cycle de l'oxygène (carbone organique, oxygène dissous...) ;
- les nutriments (azote et phosphore) ;
- la température ;
- le pH.

Le Tableau 7-1 présente les valeurs limites des éléments de qualité physicochimiques, mesurés par l'Andra, de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38), soit 7 paramètres sur 11, permettant le classement de l'état des cours d'eau de très bon à mauvais.

Tableau 7-1 Valeur limite de classement d'état des cours d'eau par éléments de qualité

Éléments de qualité	Paramètres	Limite des classes d'état				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan oxygène	Oxygène dissous (mg O <sub>2</sub> /L)	8	6	4	3	<3
	DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	3	6	10	25	>25
	COD (mg C/L)	5	7	10	15	>15
Nutriments	Phosphates (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L)	0,1	0,5	1	2	>2
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L) (nitrates)	10	50	*	*	*
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L) (nitrites)	0,1	0,3	0,5	1	>1
Acidification	pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	<4.5
	pH maximum	8,2	9	9,5	10	>10

\* les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour cette limite

Parmi les substances disposant d'une NQE et faisant l'objet d'une surveillance semestrielle par le CSM dans les eaux des ruisseaux du fait de la présence de ces éléments dans le stockage, on a :

- le cadmium, le plomb, le mercure, le nickel (état chimique)
- l'arsenic, le chrome, le cuivre, le zinc (état écologique, faisant partie des polluants spécifiques)

Les NQE à respecter, définies dans l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38), sont indiquées dans le Tableau 7-2 Normes de qualité environnementale selon les annexes 3 et 8 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38) ci-après :

Tableau 7-2 Normes de qualité environnementale selon les annexes 3 et 8 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38)

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
Plomb dissous	µg/L	1,2	14
Zinc dissous	µg/L	7,8	/

\* Moyenne annuelle

\*\*Concentration maximale admissible

L'état chimique d'une masse d'eau est qualifié de bon quand les concentrations en polluants ne dépassent pas les NQE.

Les paragraphes suivants présentent les résultats de la surveillance des ruisseaux. L'état chimique partiel et l'état écologique (physicochimie et polluants spécifiques) sans le sous état biologique sont présentés dans les paragraphes 7.2.2, 7.2.3 et 7.2.4. Le suivi du sous état biologique de l'état écologique des cours d'eau est abordé dans le chapitre 7.3.

La surveillance de l'environnement de l'Andra n'a pas vocation à présenter et qualifier l'état global des ruisseaux aux abords du site.

## 7.2.2 Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Sainte-Hélène

### La qualité physicochimique :

Le Tableau 7-3 synthétise les résultats des paramètres physico-chimiques contribuant à l'état écologique des eaux de la rivière Sainte-Hélène.

Tableau 7-3 Classe de l'état par élément de qualité pour la Sainte-Hélène

Suivi de la qualité physico-chimique des eaux de la Sainte-Hélène					
Campagne		23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022
		Points de prélèvements			
Éléments de qualité	Paramètres	R6 (La Sainte-Hélène)		R6-10 (La Sainte-Hélène)	
Bilan de l'oxygène	Carbone organique				
	DBO5				
	Oxygène dissous				
Nutriments	Phosphates				0,14 mg/l
	Nitrates			28 mg/l	28 mg/l
	Nitrites				
Acidification	pH min				
	pH max				

Tableau 7-4 Légende de couleur illustrant la classe d'état physico -chimique

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------



Le Tableau 7-5 synthétise les résultats des paramètres chimiques contribuant à l'état chimique et les polluants spécifiques des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène.

Tableau 7-5 Classe de l'état par substance chimique ayant une NQE pour la Sainte-Hélène

Suivi des paramètres chimiques et polluants spécifiques des eaux de la Sainte-Hélène				
Campagne	Points de prélèvements			
	R6 (La Sainte-Hélène)		R6-10 (La Sainte-Hélène)	
	23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022

Substances spécifiques non synthétiques

Arsenic dissous				
Cadmium dissous				
Chrome dissous				
Cuivre dissous	2,5 µg/l	3,1 µg/l	1,2 µg/l	1,4 µg/l
Mercure dissous				
Nickel dissous				
Plomb dissous				
Zinc dissous	12 µg/l			

Tableau 7-6 Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques

Les états chimique et  Bon  Mauvais écologique partiels :

L'ensemble des valeurs mesurées est inférieur aux NQE hormis pour les éléments et substances chimiques mentionnés ci-après.

Selon les critères de classement de qualité physico-chimique, aucun paramètre ne décline le ruisseau de la Sainte Hélène au point aval pour la campagne des hautes eaux et basses eaux. Le cours d'eau est néanmoins légèrement marqué chimiquement par la présence de phosphates et de nitrates. L'ensemble des paramètres classe l'état du ruisseau de « bon » à « très bon ».

Selon les substances chimiques retenues pour classer l'état chimique des ruisseaux, les teneurs en cuivre classent le ruisseau en état « mauvais » pour les 2 campagnes de prélèvement et les teneurs en zinc lors de la campagne des hautes eaux au point de prélèvement amont de la Ste Hélène. Le cuivre et le zinc sont présents dans la pluie ; leurs valeurs moyennes (dans la pluie) sont respectivement de 10 µg/l et de 10,5 µg/l.

### 7.2.3 Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Le Grand Bel

La qualité physicochimique :

Le Tableau 7-7 synthétise les résultats des paramètres physico-chimiques contribuant à l'état écologique des eaux du ruisseau Le Grand Bel.

Tableau 7-7 Classe de l'état par élément de qualité pour Le Grand Bel

Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Grand Bel			
Campagnes		23/03/2022	20/09/2022
Éléments de qualité	Paramètres	Points de prélèvements	
		R3	
Bilan de l'oxygène	Carbone organique		
	DBO5		
	Oxygène dissous		
Nutriments	Phosphates	0,15 mg/l	0,15 mg/l
	Nitrates	27,0 mg/l	27,0 mg/l
	Nitrites		
Acidification	pH min		
	pH max		

Tableau 7-8 Légende de couleur illustrant la classe d'état physico - chimique

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Le Tableau 7-9 synthétise les résultats des paramètres chimiques contribuant à l'état chimique et polluants spécifiques des eaux du ruisseau Le Grand Bel.

Tableau 7-9 Classe de l'état par substances chimiques ayant une NQE pour Le Grand Bel

Suivi des paramètres chimiques et polluants spécifiques des eaux du Grand Bel		
Campagnes	Points de prélèvements	
	R3	
	23/03/2022	20/09/2022
<b>Substances spécifiques non synthétiques</b>		
Arsenic dissous		
Cadmium dissous		
Chrome dissous		
Cuivre dissous		1,4 µg/l
Mercure dissous		
Nickel dissous		
Plomb dissous		
Zinc dissous		

Tableau 7-10 Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques

Bon	Mauvais
-----	---------

Les états chimique et écologique partiels :

L'ensemble des valeurs mesurées est inférieur aux NQE hormis pour les éléments et substances chimiques mentionnés ci-après.

Selon les critères de classement de qualité physico-chimique, le ruisseau Le Grand Bel est marqué chimiquement par la présence de phosphates et de nitrates lors des 2 campagnes de prélèvement. Ces concentrations classent l'état du ruisseau sur ces paramètres « bon », alors que l'ensemble des autres éléments classe le ruisseau « très bon ».

Selon les substances chimiques retenues pour classer l'état chimique des ruisseaux, les teneurs en cuivre classent le ruisseau en état « mauvais » et plus particulièrement lors de la campagne des basses eaux. Notons que le cuivre est présent dans la pluie, la valeur moyenne étant de 10 µg/l.

## 7.2.4 Résultats de la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Les Roteures

### La qualité physicochimique :

Le Tableau 7-11 synthétise les résultats des paramètres physico-chimiques contribuant à l'état écologique des eaux du ruisseau Les Roteures.

Tableau 7-11 Classe de l'état par élément de qualité pour Les Roteures

Suivi de la qualité physico-chimique des eaux Les Roteures			
Campagnes		23/03/2022	20/09/2022
Éléments de qualité	Paramètres	Points de prélèvements	
		R1	
Bilan de l'oxygène	Carbone organique		
	DBO5		
	Oxygène dissous		
Nutriments	Phosphates		0,13 mg/l
	Nitrates		
	Nitrites		
Acidification	pH min		
	pH max		

Tableau 7-12 Légende de couleur illustrant la classe d'état physico-chimique

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

Le Tableau 7-13 synthétise les résultats des paramètres chimiques contribuant à l'état chimique et polluants spécifiques des eaux de la rivière Les Roteures.

Tableau 7-13 Classe de l'état par substance chimique ayant une NQE pour Les Roteures

Suivi des paramètres chimiques et polluants spécifiques des eaux des eaux Les Roteures		
Campagnes	Points de prélèvements	
	R1	
	23/03/2022	20/09/2022
<b>Substances spécifiques non synthétiques</b>		
<b>Arsenic dissous</b>		
<b>Cadmium dissous</b>		
<b>Chrome dissous</b>		
<b>Cuivre dissous</b>		2,4 µg/l
<b>Mercure dissous</b>		
<b>Nickel dissous</b>		
<b>Plomb dissous</b>		
<b>Zinc dissous</b>		

Tableau 7-14 Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques

Bon	Mauvais
-----	---------

Les états chimique et écologique partiels :

L'ensemble des valeurs mesurées est inférieur aux NQE hormis pour les éléments et substances chimiques mentionnés ci-après.

Selon les critères de classement de qualité physico-chimique, le ruisseau Les Roteures est marqué chimiquement par la présence de phosphates, lors de la campagne de prélèvement des basses eaux. Ces concentrations classent l'état du ruisseau sur ce paramètre « bon », alors que l'ensemble des autres éléments classe le ruisseau « très bon ».

Selon les substances chimiques retenues pour classer l'état chimique des ruisseaux, les teneurs en cuivre classent le ruisseau en état « mauvais ». Notons que le cuivre est présent dans la pluie, la valeur moyenne étant de 10 µg/l.

### 7.2.5 Conclusion des états chimique et écologique partiels des ruisseaux

Nous constatons que l'état chimique des 3 ruisseaux est impacté par les mêmes éléments et paramètres chimiques : les phosphates (qui sont minimum en « bon état ») et le cuivre, seulement pendant la période des basses eaux pour Les Roteures. Le Grand Bel et la Sainte Hélène sont marqués par la présence de nitrates, même si le classement de ces ruisseaux reste « bon », et par le zinc en périodes des hautes eaux pour la Sainte Hélène.

Les teneurs en cuivre sont significatives dans la Sainte-Hélène lors des 2 campagnes, contrairement au Grand bel et les Roteures pour lesquels les teneurs sont significatives seulement lors la campagne des basses eaux.

Il est à noter que le cuivre dans la pluie a une valeur moyenne de 10 µg/l qui est au-dessus de la NQE. En l'absence de rejets gazeux sur le CSM et les activités du CSM n'utilisant pas et ne produisant pas de cuivre, le site ne peut être directement à l'origine de ces résultats.

Les valeurs mesurées dans les eaux souterraines, dont les lignes d'écoulement se dirigent vers le ruisseau la Sainte Hélène, au nord du site, sont inférieures à celles de la pluie.

Les effluents de la CMG sont marqués par une concentration en cuivre et en zinc dont les valeurs moyennes sont de 32 µg/l. Cependant, pour l'année 2022, la quantité de cuivre et de zinc apportée par la pluie est de 2,0 kg de cuivre et 2,2 kg de zinc. La quantité déversée par les eaux pluviales transitant par la CMG est de 0,99 kg de cuivre et 1,094 kg de zinc.

Nous constatons que les eaux pluviales restituent environ 50 % du cuivre et du zinc reçu par la pluie. En ce qui concerne le zinc, il est difficile de déterminer si les eaux provenant de la CMG constituent un apport en zinc à la Sainte Hélène.

Enfin, les ruisseaux traversent des zones rurales (champs, prairies, potagers) dont les pratiques agricoles (utilisation d'engrais, épandage) peuvent expliquer la présence de nitrates, nitrites, phosphates et de sulfates de cuivre.

## 7.3 Suivi hydrobiologique

Le dernier « suivi hydrobiologique » a été effectué en 2021 et présenté dans le bilan annuel de l'année 2021 (7). Le prochain suivi est prévu en 2023.

## 7.4 Suivi floristique

Le dernier inventaire floristique hors site a été présenté dans le bilan annuel de l'année 2018 (44) Le prochain inventaire floristique à l'extérieur de l'établissement est en cours et sera présenté dans le bilan annuel de l'année 2023. Sont présentés ci-après les résultats des observations réalisées annuellement.

### 7.4.1 Évolution de la végétation sur la couverture

L'observation des espèces floristiques est réalisée annuellement. Seul le nombre de nouvelles espèces est évoqué dans ce paragraphe et le cas échéant leur impact sur la couverture.

Le suivi de l'évolution du cortège des espèces floristiques de la couverture du CSM s'est poursuivi en 2022. Trois campagnes d'observations ont été menées en juin, juillet et août. Les résultats de ces campagnes sont présentés ci-dessous.

Cinq nouveaux taxons ont été inventoriés sur la couverture du CSM en 2022. Sur ces nouveaux taxons, aucune nouvelle espèce inventoriée ne pourrait endommager la couverture.

Il est à noter que plus de 97 % des taxons présents sur la couverture sont « communs » en Basse-Normandie. Néanmoins, 4 espèces peuvent être considérées comme patrimoniales pour la région. Parmi celles-ci, on soulignera la présence de deux espèces protégées : Erythrée vivace (*Centaurium scilloides*), dont la population semble être en augmentation, et Potentille d'Angleterre (*Potentilla anglica*).

#### **7.4.2 Évolution de la végétation au sein des placettes de suivi**

Le bilan des inventaires floristiques au sein des placettes est réalisé à une fréquence bisannuelle. Le dernier a été réalisé en 2021 et le prochain sera réalisé en 2023.

#### **7.5 Inventaire faunistique**

Le dernier inventaire a été présenté dans le bilan annuel 2018 (44). Le prochain inventaire est prévu en 2023.





# Conclusion



Le bilan de la surveillance du CSM et de son environnement pour l'année 2022 fait ressortir les éléments suivants :

- l'impact du Centre sur son environnement reste très faible et ne présente pas d'impact sanitaire. L'impact sur l'environnement et les populations des groupes de référence considérés est estimé, pour un adulte, à :
  - ✓  $1,3 \cdot 10^{-5}$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les rejets en mer, il est non significatif ;
  - ✓  $0,114$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour celui dû au marquage de la rivière Sainte-Hélène ; ce résultat demeure très inférieur à la limite réglementaire d'exposition du public ( $1$   $\text{mSv}/\text{an}$ ).
- 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 légère diminution en 2022 ( $1\,436$  Bq/L pour  $1\,589$  Bq/L en 2021). L'indicateur de suivi du tritium dans la nappe phréatique traduit les inflexions de tendance observées par secteur. Il est 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 relative stabilité entre 2015 et 2020 et une légère diminution depuis 2021. 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.
  - ✓ tel qu'en 2021 et en cohérence avec la tendance observée dans les eaux souterraines au droit du Centre, l'activité radiologique moyenne du tritium au Grand Bel continue à s'inscrire dans une tendance à la baisse ( $185$  Bq/L en 2022 pour  $192$  Bq/L en 2021).
- d'un point de vue hydraulique, le bon comportement de la couverture se confirme et se traduit par un taux d'infiltration de :
  - ✓  $0,07$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  drainés par les 107 BRS raccordés à l'exutoire BRS0 ;
  - ✓  $0,22$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  drainés par l'ensemble des drains sous membrane, y compris les drains sous membrane des chambres de drainage CD11 et CD14, comptabilisant la part majoritaire du volume total des drains sous membrane.  
A ces volumes s'ajoutent  $0,76$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  atteignant la nappe, évalués à partir de l'activité collectée au pompage EEV-SE et empreint d'une forte incertitude.  
Au final, la performance calculée de la couverture atteint  $1,05$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$ , 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.

# Annexes

<b>9.1</b>	<b><i>Méthodologie des prélèvements</i></b>	<b>212</b>
<b>9.2</b>	<b><i>Les laboratoires d'analyses</i></b>	<b>216</b>
<b>9.3</b>	<b><i>La préparation des échantillons</i></b>	<b>216</b>
<b>9.4</b>	<b><i>Les techniques des laboratoires</i></b>	<b>217</b>
<b>9.5</b>	<b><i>Rendu des résultats et interprétation</i></b>	<b>220</b>
<b>9.6</b>	<b><i>Protocole d'échange de données</i></b>	<b>222</b>
<b>9.7</b>	<b><i>Bilan des analyses 2022</i></b>	<b>222</b>
<b>9.8</b>	<b><i>Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2022</i></b>	<b>224</b>
<b>9.9</b>	<b><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></b>	<b>284</b>
<b>9.10</b>	<b><i>Erratum bilan 2021</i></b>	<b>285</b>

## **9.1 Méthodologie des prélèvements**

### **9.1.1 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 (45) et (46), qui confrontent les pratiques de plusieurs exploitants, sont également une source de recommandations dans le domaine des prélèvements en lien avec la surveillance radiologique.

### **9.1.2 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 (10). 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 9-1.

Tableau 9-1 Matrice et points de contrôle associés à la surveillance radiologique et chimique

Matrice surveillée	Référence du point de prélèvement	Localisation/caractéristique
Pluie <sup>10</sup>	PH1	Station météo
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	Point de contrôle du drainage profond
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
	SR1-10	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

<sup>10</sup> Le prélèvement est effectué si la hauteur d'eau est supérieure à 1 mm ; dans le cas contraire le volume est conservé pour être analysé avec la période suivante.

### 9.1.3 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 9-2. Il s'agit d'équipements manuels ou automatiques.

Tableau 9-2 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 <sup>2</sup>
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

Le matériel utilisé pour les prélèvements est d'utilisation manuelle ou automatique (exemples figure 9-1).



Figure 9-1 Exemple de matériels utilisés sur le CSM

Chaque matériel est dédié à un point de prélèvement. Chaque année est défini et appliqué un programme de maintenance, d'étalonnages et/ou de vérifications.

Une fois le prélèvement réalisé, il est rapidement conditionné afin de limiter toute dégradation.

#### 9.1.4 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 (39) 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 48h (J+1) dans des conditionnements permettant de conserver leur intégrité et le maintien des températures en dessous de 8°C.

## 9.2 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 9-3.

Tableau 9-3 Liste des laboratoires participant à la surveillance du CSM

Laboratoire	Qualifications	Analyses réalisées
<b>Algade - LED</b>	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n°1-1039	Mesure du radon
<b>ASPECT</b>	Agréments du ministère de l'environnement Accréditation Cofrac n°1-1080	Mesures physico-chimiques
<b>EUROFINS (EICHROM)</b>	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n°1-6490	Participe aux contre-analyses radiologiques
<b>Laboratoire Andra du CSA (LAC)</b>	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
<b>Orano Recyclage La Hague : laboratoire de dosimétrie</b>	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n°1-1524	Mesure de la dosimétrie ambiante
<b>Orano Recyclage La Hague : laboratoire FA_MA</b>	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. § 9.6)
<b>SMART de SUBATECH/ARMINES</b>	Agréments ASN pour la mesure de radioactivité dans l'environnement Accréditation Cofrac n°1-0910	Analyses radiologiques à bas seuils (fréquence annuelles et semestrielles) : toutes techniques
<b>SGS</b>	Accrédité Dakks	Sous-traitant d'Aspect pour la mesure des HAP

## 9.3 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.

### 9.3.1 Prétraitement sur les eaux

#### 9.3.1.1 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.



#### 9.3.1.2 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.

### 9.3.2 Prétraitement sur les solides

#### 9.3.2.1 Séchage, broyage, calcination

Les sédiments subissent un prétraitement avant analyses selon la norme NF ISO 18589-2 (47) : il s'agit d'un séchage à l'étuve ventilée, d'un broyage et d'un tamisage à 200µm.

Les végétaux sont également séchés à l'étuve, puis calcinés afin de concentrer la radioactivité contenue dans les échantillons.

#### 9.3.2.2 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.

## 9.4 Les techniques des laboratoires

### 9.4.1 Méthodes pour les mesures radiologiques

La liste des méthodes utilisées par les laboratoires de mesures radiologiques est donnée dans le tableau 9-4.

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  $^{90}\text{Sr}$  pour la mesure bêta global et en équivalent  $^{239}\text{Pu}$  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 9-4 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
	Chlore 36, nickel 63, 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	NF ISO 13165-2	Emanométrie
	Nickel 59	Méthode interne	Spectrométrie X
Sédiments	Emetteurs gamma	NF EN ISO 18589-3	Spectrométrie gamma
	Indices alpha et bêta globaux	Méthode interne	Compteur proportionnel, dépôt sur coupelle après calcination
	Strontium 90	NF EN ISO 18589-5	Scintillation liquide
	Carbone 14, chlore 36, nickel 63, technétium 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 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	Emetteurs gamma	NF EN ISO 18589-3	Spectrométrie gamma

#### 9.4.2 Méthodes pour les mesures physico-chimiques

Conformément aux dispositions de l'arrêté dit « RSDE » du 24 août 2017 (48), 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 radiologiques est donnée dans le tableau 9-5.

Tableau 9-5 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 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	
	NTK	NF EN 25663	
	Potassium	NF EN ISO 11885	ICP-OES
	Métaux	NF EN ISO 11885	ICP-OES
	Nitrates	Méthode interne	
	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	
	Hydrocarbures totaux (HCT)	DIN EN ISO 9377-2	Extraction au solvant et chromatographie
	Cyanures (CN)	NF T90-107	
HAP	DIN ISO 28540	Chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse	
Sédiments	Granulométrie	DIN 18123	
	Carbone organique total (COT)	DIN ISO 10694	

Matrice	Paramètre	Norme	Méthode
	Métaux	DIN EN ISO 17294-2	ICP-MS
	Mercure	DIN EN ISO 1483	
	Hydrocarbures totaux (HCT)	DIN EN ISO 16703	Chromatographie en phase gazeuse
	HAP	DIN ISO 18287	Chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse

## 9.5 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.

### 9.5.1 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 (49). Le SD est défini comme la limite en deçà de laquelle l'incertitude est supérieure ou égale à 100 %. 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'<sup>234</sup>U et l'<sup>238</sup>U. Le tableau 9-6 donne les rapports naturels des différents isotopes (état d'équilibre naturel).

Tableau 9-6 Rapports naturels des activités des isotopes de l'uranium

	Rapport des activités
<sup>238</sup> U/ <sup>234</sup> U	1
<sup>238</sup> U/ <sup>235</sup> U	21

### 9.5.2 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 (32) 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 (38) 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 (35) 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 (34).

Le niveau S1 du tableau 4 de l'arrêté du 09 août 2006 (34) 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 9-7.

Tableau 9-7 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

## 9.6 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 (50). 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.

## 9.7 Bilan des analyses 2022

### 9.7.1 Nombre de prélèvements et d'analyses réalisés

Pour réaliser l'ensemble des analyses décrites dans le PRS (10), les opérateurs en charge des prélèvements ont réalisé 2 087 échantillonnages au cours de l'année 2022. Ces échantillonnages tiennent compte également des contrôles croisés et des résultats fournis par Orano Recyclage dans le cadre du protocole d'échanges de données (50).

Sur ces échantillons ont été réalisées environ 12 024 analyses dont 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).

### 9.7.2 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 dédié <https://www.mesure-radioactivite.fr>, 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 (49) 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 mesure de l'année 2022 a bien été transmis et figure bien dans la base de données mise à disposition du public sur le site <https://www.mesure-radioactivite.fr>. Le nombre total de résultats d'analyses est présenté dans le Tableau 9-8.

Tableau 9-8 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	
<b>air,gaz, poussières</b>													
Alpha global à t > 5 jours	21	20	23	21	20	21	19	22	22	21	21	22	<b>253</b>
Beta global à t > 5 jours	21	20	23	21	20	21	19	22	22	21	21	22	<b>253</b>
Débit de dose gamma ambiant	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	<b>132</b>
Tritium gazeux (HT)	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	<b>52</b>
Eau tritiée (HTO)	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	<b>52</b>
<b>Sédiments SR3</b>													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5			5			5		<b>20</b>
<b>Sédiments SR6-10</b>													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5			5			5		<b>20</b>
spectrométrie gamma annuelle						12							<b>12</b>
spectrométrie alpha annuelle						4							<b>4</b>
Strontium 90						1							<b>1</b>
<b>Sédiments SR6</b>													
spectrométrie gamma trimestrielle		5			5		5				5		<b>20</b>
spectrométrie alpha trimestrielle		2			2		2				2		<b>8</b>
<b>eau de nappe</b>													
Alpha global	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	<b>382</b>
Beta global	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	<b>382</b>
Tritium total	23	46	23	38	23	38	23	46	23	38	23	38	<b>382</b>
Spectrométrie gamma annuelle				168									<b>168</b>
Emetteurs bêta annuels (H3, C14, Sr90)				36									<b>36</b>
Spectrométrie alpha quinquennale				48									<b>48</b>
<b>eau de pluie</b>													
Alpha global	5	4	3	3	3	4	2	2	4	5	4	4	<b>43</b>
Beta global	5	4	3	3	3	4	2	2	4	5	4	4	<b>43</b>
Tritium total	5	4	3	3	3	4	2	2	4	5	4	4	<b>43</b>
<b>eau de surface</b>													
Alpha global	20	20	25	20	25	20	20	25	20	20	25	20	<b>260</b>
Beta global	20	20	25	20	25	20	20	25	20	20	25	20	<b>260</b>
Tritium total	20	20	25	20	25	20	20	25	20	20	25	20	<b>260</b>
<b>Herbes V1</b>													
spectrométrie gamma mensuelle	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	<b>72</b>
<b>Herbes V2</b>													
spectrométrie gamma mensuelle	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	<b>72</b>
<b>Total général</b>	<b>219</b>	<b>298</b>	<b>230</b>	<b>508</b>	<b>243</b>	<b>276</b>	<b>211</b>	<b>306</b>	<b>216</b>	<b>264</b>	<b>246</b>	<b>261</b>	<b>3278</b>

## 9.8 Tableaux des résultats détaillés de la surveillance 2022

### 9.8.1 Résultats du point de contrôle PH1

Tableau 9-9 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	Bêta global hors <sup>40</sup> K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Hauteur mm	
PH1	10/01/22	≤ 1,4E-02	≤ 3,6E-02	≤ 3,6E-02	6,8E+00	0,43	5,8	50	
	17/01/22	≤ 1,4E-02	5,5E-02	4,7E-02	≤ 2,1E+00	0,28	4,5	9,0	
	24/01/22	2,1E-02	1,4E-01	1,3E-01	7,0E+00	0,32	4,8	1,8	
	31/01/22	3,1E-02	2,1E-01	1,9E-01	1,1E+02	0,78	4,7	2,8	
	07/02/22	≤ 1,4E-02	5,7E-02	≤ 3,6E-02	1,5E+01	0,79	5,3	13	
	14/02/22	≤ 1,4E-02	4,9E-02	4,0E-02	1,8E+01	0,33	5,9	31	
	21/02/22	≤ 1,4E-02	9,4E-02	3,8E-02	5,2E+00	1,99	5,7	31	
	28/02/22	≤ 1,4E-02	1,1E-01	8,2E-02	7,9E+00	0,91	5,6	9,0	
	07/03/22	≤ 1,4E-02	5,8E-02	5,3E-02	≤ 2,1E+00	0,17	6,0	46	
	14/03/22	≤ 1,4E-02	9,2E-02	7,0E-02	≤ 2,1E+00	0,80	6,6	7,8	
	21/03/22	2,0E-02	1,2E-01	9,8E-02	≤ 2,1E+00	0,68	7,7	10	
	28/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	04/04/22	2,6E-02	1,6E-01	1,4E-01	≤ 2,2E+00	0,70	7,4	15	
	11/04/22	≤ 1,4E-02	9,9E-02	8,6E-02	3,5E+00	0,47	5,7	24	
	18/04/22	2,6E-02	9,4E-02	8,4E-02	≤ 2,1E+00	0,36	6,6	4,2	
	25/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	02/05/22	1,1E-01	4,0E-01	3,0E-01	2,7E+00	3,72	6,4	1,9	
	09/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	16/05/22	1,7E-02	1,5E-01	1,4E-01	≤ 2,1E+00	0,43	6,2	13	
	23/05/22	3,0E-02	1,5E-01	1,5E-01	≤ 2,2E+00	0,21	6,3	25	
	30/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	06/06/22	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,2E-01	≤ 2,1E+00	0,35	5,7	24	
	13/06/22	2,2E-02	4,0E-02	≤ 3,6E-02	≤ 2,1E+00	0,21	5,2	14	
	20/06/22	3,3E-02	2,3E-01	2,1E-01	≤ 2,1E+00	0,65	6,5	9,0	
	27/06/22	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,2E-01	≤ 2,3E+00	0,35	5,2	5,8	
	04/07/22	2,0E-02	6,5E-02	5,9E-02	1,6E+01	0,21	5,2	12,0	
	11/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,2
	18/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	25/07/22	1,5E-01	3,6E-01	≤ 3,6E-02	≤ 1,9E+00	3,18	6,6	5,0	
	01/08/22	1,2E-01	5,7E-01	3,7E-01	≤ 6,2E+00	7,00	6,4	1,1	
	08/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,6
	15/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,6
	22/08/22	2,3E-02	9,7E-02	7,9E-02	≤ 2,2E+00	0,65	5,5	38	
	29/08/22	2,9E-02	1,0E-01	8,9E-02	≤ 2,3E+00	0,44	6,3	54	
	05/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,4
	12/09/22	≤ 1,3E-02	8,6E-02	7,4E-02	2,5E+00	0,42	5,9	17	
	19/09/22	≤ 1,4E-02	6,0E-02	3,7E-02	≤ 2,1E+00	0,81	6,7	7,6	
	26/09/22	1,7E-02	7,4E-02	7,0E-02	5,2E+00	≤ 0,15	5,3	57	
	03/10/22	2,9E-02	6,2E-02	5,3E-02	3,7E+00	0,31	5,2	60	
	10/10/22	1,8E-02	1,2E-01	1,0E-01	1,7E+01	0,77	4,7	2,3	
	17/10/22	≤ 1,3E-02	5,6E-02	5,2E-02	2,5E+00	≤ 0,15	5,1	36	
	24/10/22	≤ 1,3E-02	≤ 3,6E-02	≤ 3,6E-02	2,7E+00	0,35	5,6	36	
31/10/22	1,9E-02	1,3E-01	1,2E-01	≤ 2,2E+00	0,35	5,4	8,5		
07/11/22	≤ 1,3E-02	5,8E-02	4,7E-02	≤ 2,1E+00	0,39	5,5	92		
14/11/22	≤ 1,4E-02	8,6E-02	6,5E-02	≤ 2,2E+00	0,74	5,5	12		
21/11/22	≤ 1,3E-02	5,6E-02	4,7E-02	3,2E+00	0,34	5,9	62		
28/11/22	≤ 1,3E-02	1,2E-01	9,9E-02	5,9E+00	0,62	6,0	90		
05/12/22	2,1E-02	1,4E-01	1,3E-01	4,9E+00	0,57	4,3	15		
12/12/22	2,5E-02	5,1E-02	4,6E-02	≤ 2,1E+00	0,18	4,8	30		
19/12/22	≤ 1,3E-02	6,7E-02	6,2E-02	≤ 2,1E+00	0,18	5,3	35		
26/12/22	≤ 1,3E-02	≤ 3,6E-02	≤ 3,6E-02	3,0E+00	0,22	5,2	80		
02/01/23	≤ 1,3E-02	≤ 3,6E-02	≤ 3,6E-02	2,2E+00	0,56	5,8	80		
<b>Somme</b>								<b>1179,4</b>	



Tableau 9-10 Résultats des analyses radiologiques mensuelles des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre

Point de prélèvement	Période	Date de prélèvement	Analyses					Hauteur	
			Indice alpha global	Indice bêta global	Tritium	Potassium	pH	Pluviométrie	
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L			
PH 1	Janvier	31/01/2022	≤1,4E-02	4,6E-02	1,8E+01	0,55	5,5	63,6	
	Février	28/02/2022	≤1,4E-02	5,4E-02	1,2E+01	0,91	5,7	84,0	
	Mars	04/04/2022	≤1,4E-02	8,7E-02	≤2,0E+00	0,47	7,2	78,8	
	Avril	02/05/2022	≤1,4E-02	8,0E-02	3,0E+00	0,55	6,3	30,1	
	Mai	30/05/2022	2,2E-02	1,2E-01	≤2,1E+00	0,30	6,5	37,8	
	Juin	04/07/2022	≤1,4E-02	5,7E-02	4,1E+00	0,35	6,1	64,8	
	Juillet	01/08/2022	1,4E-01	4,2E-01	≤2,7E+00	4,20	6,6	6,3	
	Août	29/08/2022	≤1,4E-02	1,1E-01	≤2,2E+00	0,62	6,1	93,2	
	Septembre	03/10/2022	2,3E-02	6,7E-02	3,2E+00	0,31	5,7	142,0	
	Octobre	31/10/2022	≤1,3E-02	7,7E-02	2,7E+00	0,28	5,4	82,8	
	Novembre	28/11/2022	≤1,3E-02	4,1E-02	4,1E+00	0,47	5,9	256,0	
	Décembre	02/01/2023	2,50E-02	4,2E-02	3,2E+00	0,35	5,3	240,0	
<b>Somme</b>								<b>1179,4</b>	

Tableau 9-11 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
pH	UpH	7,5 +/- 0,1	6,9 +/- 0,1	-
Conductivité	µS/cm	82 +/- 3	159 +/- 5	-
Oxygène dissous	mgO2/L	12,7 +/- 0,1	10,9 +/- 0,1	-
Potentiel redox		483 +/- 19	371 +/- 15	-
COT	mV/ENH	1,4 +/- 0,13	2,7 +/- 0,24	-
MES	mg/L	9,0 +/- 0,45	<2	608
Calcium	mg/L	2,7 +/- 0,14	0,5 +/- 0,12	207
Chlorures	mg/L	11 +/- 0,6	9,8 +/- 0,49	1798
Potassium	mg/L	0,2 +/- 0,07	0,3 +/- 0,1	48
Nitrates	mg/L	5,3 +/- 0,27	9,6 +/- 0,48	1467
Sulfates	mg/L	3,5 +/- 0,18	1,6 +/- 0,08	385
Aluminium	µg/L	72 +/- 3,6	12 +/- 0,6	5,4
Baryum	µg/L	3,0 +/- 0,6	<2	0,28
Bore	µg/L	6,0 +/- 1,0	11 +/- 0,6	1,7
Cuivre	µg/L	6,0 +/- 0,8	14 +/- 0,7	2,0
Fer	µg/L	41 +/- 2,1	17 +/- 0,9	2,4
Manganèse	µg/L	3,5 +/- 0,18	2,2 +/- 0,11	0,46
Arsenic	µg/L	<0,2	<0,5	0,036
Cadmium	µg/L	<0,02	<0,2	0,013
Chrome	µg/L	0,40 +/- 0,20	<1	0,083
Etain	µg/L	<5	<5	0,44
Mercure	µg/L	<0,01	<0,05	0,0033
Nickel	µg/L	1,5 +/- 0,14	1,8 +/- 0,16	0,30
Plomb	µg/L	0,4 +/- 0,24	0,8 +/- 0,47	0,12
Zinc	µg/L	6,0 +/- 0,3	15 +/- 0,8	2,2
Hydrocarbures	µg/L	<20	<20	1,8

## 9.8.2 Résultats du point de contrôle CMG

Tableau 9-12 Résultats des analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

Pas de temps des prélèvements : 3 jours

Date de Prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	bêta hors <sup>40</sup> K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH -	Volume rejeté m <sup>3</sup>
04/01/22	≤ 1,4E-02	7,0E-02	≤ 0,0360	4,5E+00	1,65	7,8	2105,64
07/01/22	2,1E-02	1,7E-01	0,1110	4,7E+00	2,08	8,0	147,69
10/01/22	≤ 1,4E-02	6,1E-02	≤ 0,0360	4,0E+00	1,56	7,8	1997,47
13/01/22	≤ 1,4E-02	1,1E-01	0,0724	7,9E+00	1,49	8,0	72,48
16/01/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/01/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
22/01/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
25/01/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
28/01/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
01/02/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
04/02/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/02/22	≤ 1,4E-02	6,6E-02	≤ 3,6E-02	1,3E+01	1,41	8,2	38,12
10/02/22	≤ 1,4E-02	7,8E-02	4,1E-02	1,5E+01	1,31	7,8	12,56
13/02/22	≤ 1,4E-02	4,0E-02	≤ 3,6E-02	1,1E+01	1,14	8,0	12,43
16/02/22	≤ 1,4E-02	7,3E-02	≤ 3,6E-02	8,3E+00	1,39	7,6	910,48
19/02/22	≤ 1,4E-02	1,3E-01	7,7E-02	9,7E+00	1,73	8,0	875,35
22/02/22	3,1E-02	1,3E-01	8,1E-02	9,8E+00	1,91	8,0	5,51
25/02/22	1,6E-02	1,1E-01	4,3E-02	7,1E+00	2,35	7,9	46,99
01/03/22	≤ 1,4E-02	9,2E-02	4,8E-02	9,4E+00	1,57	8,0	37,46
04/03/22	≤ 1,4E-02	1,8E-01	1,3E-01	5,1E+00	1,66	8,0	1559,28
07/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/03/22	≤ 1,4E-02	1,7E-01	1,2E-01	7,4E+00	1,72	8,2	14,44
16/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/03/22	≤ 1,4E-02	9,7E-02	6,7E-02	2,9E+00	1,06	7,9	64,38
22/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
25/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
28/03/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
01/04/22	≤ 1,4E-02	9,8E-02	6,0E-02	3,9E+00	1,35	7,8	44,25
04/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/04/22	≤ 1,4E-02	5,5E-02	≤ 3,6E-02	4,5E+00	0,93	7,7	175,41
13/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
22/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
25/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
28/04/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
01/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
04/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/05/22	≤ 1,4E-02	9,9E-02	4,7E-02	4,0E+00	1,85	7,5	93,12
19/05/22	≤ 1,4E-02	9,4E-02	4,7E-02	≤ 2,2E+00	1,68	7,1	201,03
22/05/22	≤ 1,4E-02	9,5E-02	4,6E-02	≤ 2,2E+00	1,77	7,2	6,28
25/05/22	≤ 1,4E-02	1,1E-01	5,9E-02	3,6E+00	1,84	7,3	11,81
28/05/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
01/06/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
04/06/22	1,7E-02	6,3E-02	≤ 3,6E-02	6,8E+00	1,83	7,3	21,85
07/06/22	≤ 1,4E-02	1,5E-01	9,0E-02	≤ 2,1E+00	2,00	7,0	242,43
10/06/22	≤ 1,4E-02	1,1E-01	6,2E-02	≤ 2,1E+00	1,67	7,3	13,93
13/06/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/06/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/06/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
22/06/22	≤ 1,4E-02	1,6E-01	0,1044	≤ 2,2E+00	1,85	7,2	21,76
25/06/22	2,1E-02	1,3E-01	0,0871	≤ 2,2E+00	1,68	7,2	36,97
28/06/22	≤ 1,4E-02	8,2E-02	0,0443	3,4E+00	1,35	7,0	12,36
01/07/22	≤ 1,4E-02	8,2E-02	0,0488	7,3E+00	1,19	7,2	14,02

NR : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées

Date de Prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	bêta hors <sup>40</sup> K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH -	Volume rejeté m <sup>3</sup>
04/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
11/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
22/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
25/07/22	2,5E-02	1,2E-01	6,3E-02	5,0E+00	1,87	7,4	10,04
28/07/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
01/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
04/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/08/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/08/22	2,7E-02	2,0E-01	5,7E-02	≤ 2,2E+00	5,14	6,9	361,67
22/08/22	≤ 1,4E-02	8,3E-02	≤ 3,6E-02	7,3E+00	2,71	7,2	29,28
25/08/22	1,7E-02	7,8E-02	≤ 3,6E-02	7,6E+00	2,46	7,5	37,89
28/08/22	2,9E-02	2,1E-01	1,0E-01	≤ 2,3E+00	3,80	7,5	614,57
01/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
04/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
07/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/09/22	≤ 1,4E-02	7,1E-02	≤ 3,6E-02	4,6E+00	2,27	7,5	59,55
13/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
14/09/22	6,0E-02	2,3E-01	1,8E-01	≤ 3,6E+00	1,89		0,00
16/09/22	≤ 1,4E-02	8,7E-02	≤ 3,6E-02	≤ 2,1E+00	1,89	7,4	6,47
19/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
22/09/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
25/09/22	1,8E-02	1,1E-01	4,8E-02	3,0E+00	2,21	7,5	747,50
28/09/22	2,3E-02	1,1E-01	6,1E-02	4,5E+00	1,86	7,6	57,85
01/10/22	3,8E-02	1,3E-01	8,5E-02	7,0E+00	1,68	7,6	42,85
04/10/22	≤ 1,4E-02	8,3E-02	≤ 3,6E-02	6,0E+00	1,70	7,7	1739,78
07/10/22	≤ 1,4E-02	1,3E-01	7,0E-02	3,1E+00	2,03	7,8	7,14
10/10/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/10/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/10/22	≤ 1,4E-02	1,2E-01	7,9E-02	6,0E+00	1,46	7,7	186,28
19/10/22	≤ 1,4E-02	1,0E-01	6,6E-02	4,3E+00	1,36	7,8	47,13
22/10/22	1,8E-02	1,3E-01	9,0E-02	5,1E+00	1,29	7,8	160,15
25/10/22	1,8E-02	9,5E-02	5,2E-02	4,7E+00	1,54	7,9	425,55
28/10/22	≤ 1,3E-02	1,8E-01	1,3E-01	4,6E+00	2,03	8,0	5,23
01/11/22	≤ 1,4E-02	1,5E-01	8,9E-02	3,2E+00	2,03	8,0	29,24
04/11/22	1,6E-02	7,4E-02	3,7E-02	4,1E+00	1,32	7,5	1672,75
07/11/22	2,4E-02	1,2E-01	7,7E-02	4,1E+00	1,49	7,7	2328,78
10/11/22	2,6E-02	1,1E-01	6,0E-02	3,8E+00	1,84	7,9	168,57
13/11/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
16/11/22	1,6E-02	9,5E-02	4,9E-02	5,2E+00	1,66	7,9	128,96
19/11/22	1,9E-02	1,3E-01	8,1E-02	3,3E+00	1,58	7,9	813,29
22/11/22	1,6E-02	7,8E-02	3,8E-02	4,7E+00	1,42	7,9	218,79
25/11/22	2,6E-02	9,6E-02	5,2E-02	6,7E+00	1,58	7,9	813,76
28/11/22	1,9E-02	1,0E-01	6,5E-02	3,9E+00	1,33	7,9	2700,48
01/12/22	1,9E-02	1,1E-01	6,1E-02	4,1E+00	1,68	8,0	944,59
04/12/22	2,4E-02	1,1E-01	6,4E-02	4,6E+00	1,65	8,1	12,92
07/12/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
10/12/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
13/12/22	≤ 1,4E-02	4,8E-02	≤ 3,6E-02	6,1E+00	1,22	8,0	405,79
16/12/22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
19/12/22	≤ 1,4E-02	1,2E-01	8,2E-02	3,7E+00	1,39	8,1	396,86
22/12/22	1,8E-02	8,7E-02	4,6E-02	2,6E+00	1,46	8,0	696,39
25/12/22	≤ 1,4E-02	1,1E-01	7,7E-02	2,4E+00	1,22	8,0	3871,59
28/12/22	3,4E-02	1,1E-01	7,1E-02	3,2E+00	1,38	8,1	631,31
01/01/23	3,8E-02	8,9E-02	5,5E-02	3,6E+00	1,22	8,0	3180,66

NR : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées

Tableau 9-13 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 <sup>3</sup>	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	01/02/2022	4323	≤1,4E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	5,2E+00	1,49	7,7	1,8	6,1E-02	4,6E-01	2,2E+01	6,4E+00	8,0E+00
	Février	01/03/2022	1939	≤1,4E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	9,3E+00	1,49	7,9	1,6	2,7E-02	2,1E-01	1,8E+01	2,9E+00	3,0E+00
	Mars	01/04/2022	1682	≤1,4E-02	2,0E-01	≤1,7E-02	6,9E+00	1,76	7,8	2,0	2,4E-02	3,4E-01	1,2E+01	3,0E+00	3,4E+00
	Avril	01/05/2022	175	1,9E-02	8,7E-02	≤1,7E-02	3,6E+00	1,17	7,8	1,6	3,3E-03	1,5E-02	6,3E-01	2,0E-01	2,8E-01
	Mai	01/06/2022	312	≤1,4E-02	9,3E-02	NR	≤2,1E+00	1,83	7,8	≤1,0	4,4E-03	2,9E-02	6,6E-01	6,0E-01	≤3,1E-01
	Juin	01/07/2022	363	≤1,4E-02	8,8E-02	NR	3,6E+00	2,02	7,3	≤1,0	5,1E-03	3,2E-02	1,3E+00	7,0E-01	≤3,6E-01
	Juillet	01/08/2022	10	≤1,4E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	6,3E+00	1,92	7,5	1,4	1,4E-04	1,1E-03	6,3E-02	0,0E+00	1,4E-02
	Août	01/09/2022	1043	1,9E-02	1,8E-01	≤1,7E-02	≤2,1E+00	4,03	7,4	1,6	2,0E-02	1,8E-01	2,2E+00	4,2E+00	1,7E+00
	Septembre	01/10/2022	914	2,5E-02	1,0E-01	≤1,5E-02	3,0E+00	2,03	7,6	1,2	2,3E-02	9,3E-02	2,7E+00	1,9E+00	1,1E+00
	Octobre	01/11/2022	2601	≤1,4E-02	1,2E-01	≤1,7E-02	5,5E+00	1,62	7,8	1,0	3,6E-02	3,2E-01	1,4E+01	4,2E+00	3,0E+00
	Novembre	01/12/2022	9790	1,7E-02	1,0E-01	≤1,7E-02	4,5E+00	1,60	7,9	2,2	1,7E-01	1,0E+00	4,4E+01	1,6E+01	2,2E+01
Décembre	01/01/2023	9196	3,4E-02	1,1E-01	≤1,7E-02	2,4E+00	1,15	8,0	3,0	3,1E-01	1,0E+00	2,2E+01	1,1E+01	2,8E+01	
Somme			32349								6,8E-01	3,7E+00	1,4E+02	5,0E+01	7,0E+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

Tableau 9-14 Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

	CMG 1 <sup>er</sup> semestre V1 = 8795,5 m <sup>3</sup>	CMG 2 <sup>nd</sup> semestre V2 = 23553,66 m <sup>3</sup>	Cumul annuel Vtotal = 31952 m <sup>3</sup>
	Activité volumique (Bq/L)	Activité volumique (Bq/L)	Activité relâchée (MBq)
<b>Spectrométrie gamma</b>			
<sup>40</sup> K	≤1,0E-01	≤1,3E-01	3,9E+00
<sup>60</sup> Co	≤7,6E-03	≤8,1E-03	2,6E-01
<sup>94</sup> Nb	≤7,1E-03	≤8,5E-03	2,6E-01
<sup>108m</sup> Ag	≤6,8E-03	≤8,7E-03	2,6E-01
<sup>110m</sup> Ag	≤8,7E-03	≤1,0E-02	3,1E-01
<sup>134</sup> Cs	≤7,7E-03	≤9,6E-03	2,9E-01
<sup>137</sup> Cs	≤7,0E-03	≤8,7E-03	2,7E-01
<sup>210</sup> Pb	≤6,8E-02	≤1,1E-01	3,2E+00
<sup>212</sup> Pb	≤9,6E-03	≤1,4E-02	4,1E-01
<sup>214</sup> Pb	≤1,4E-02	≤2,4E-02	6,9E-01
<sup>226</sup> Ra	≤1,6E-01	≤2,2E-01	6,6E+00
<sup>228</sup> Ra	≤2,7E-02	≤3,0E-02	9,4E-01
<sup>234</sup> Th	≤7,9E-02	≤1,1E-01	3,3E+00
<sup>235</sup> U	≤3,2E-02	≤4,4E-02	1,3E+00
<sup>241</sup> Am	≤6,6E-03	≤1,2E-02	3,4E-01
<b>Spectrométrie alpha</b>			
<sup>226</sup> Ra	≤4,7E-03	≤6,0E-03	2,5E-01
<sup>234</sup> U	7,4E-03 +/- 1,8E-03	7,5E-03 +/- 1,5E-03	3,5E-01
<sup>235</sup> U	4,6E-04 +/- 4,1E-04	5,4E-04 +/- 3,4E-04	2,4E-02
<sup>238</sup> U	5,5E-03 +/- 1,5E-03	6,2E-03 +/- 1,3E-03	2,8E-01
<sup>238</sup> Pu	≤2,0E-04	≤8,0E-05	6,6E-03
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	≤2,0E-04	≤8,0E-05	6,6E-03
<sup>241</sup> Am	≤7,0E-05	≤1,5E-04	5,2E-03
<sup>244</sup> Cm	≤7,0E-05	≤1,5E-04	5,2E-03
<b>Scintillation liquide</b>			
<sup>3</sup> H	8,8E+00 +/- 3,2E+00	9,2E+00 +/- 3,2E+00	4,2E+02
<sup>14</sup> C	≤1,4E+00	≤1,3E+00	6,4E+01
<sup>36</sup> Cl	≤1,9E-01	≤1,4E-01	7,8E+00
<sup>63</sup> Ni	≤5,0E-02	≤3,3E-02	2,0E+00
<sup>90</sup> Sr	≤4,2E-02	≤1,0E-02	1,2E+00
<sup>99</sup> Tc	≤2,3E-02	≤2,2E-02	1,1E+00
<sup>151</sup> Sm	≤8,2E-02	≤4,3E-02	2,9E+00
<sup>241</sup> Pu	≤7,6E-02	≤3,2E-02	2,5E+00
<b>Spectrométrie X</b>			
<sup>59</sup> Ni	≤1,1E-01	≤7,4E-02	4,3E+00
<b>ICP-MS</b>			
<sup>232</sup> Th	≤2,4E-03	≤2,4E-03	1,1E-01

Tableau 9-15 Suivi mensuel de la qualité chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

	Concentrations mensuelles			Volume (m <sup>3</sup> )	Flux mensuel		
	DCO mg O <sub>2</sub> /L	MES mg/L	Hydrocarbures µg/L		DCO kg O <sub>2</sub>	MES kg	Hydrocarbures kg
Janvier	10	<2	<50	4 323	43,2	4,3	0,108
Février	7	<2	<20	1 939	14,0	1,9	0,019
Mars	11	3	<20	1 682	18,5	5,0	0,017
Avril	15	6	<20	175	2,6	1,1	0,0018
Mai	26	24	190	312	8,1	7,5	0,059
Juin	9	6	<20	363	3,3	2,2	0,0036
Juillet	8	6	<20	10	0,1	0,1	0,0002
Août	54	13	<20	1 043	56,0	13,6	0,010
Septembre	10	6	<20	914	9,1	5,5	0,0091
Octobre	8	<2	<20	2 601	20,8	2,6	0,026
Novembre	17	8	<20	9 790	166,0	78,0	0,098
Décembre	20	<2	<20	9 196	184,0	9,2	0,092
<b>totaux</b>				<b>32 349</b>	<b>526</b>	<b>131</b>	<b>0,44</b>

Tableau 9-16 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	7,2 +/- 0,1	7,7 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	200 +/- 6	181 +/- 5	-
	Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	12 +/- 1	11 +/- 1	-
	Potentiel redox	mV/ENH	436 +/- 17	365 +/- 15	-
	MES	mg/L	6,0 +/- 0,3	5,0 +/- 0,3	170
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	32 +/- 2	26 +/- 1	894
	Chlorures	mg/L	23 +/- 1	17 +/- 1	603
	Potassium	mg/L	1,3 +/- 0,1	1,9 +/- 0,1	56
	Sulfates	mg/L	14 +/- 1	12 +/- 1	406
	Nitrates	mg/L	4,0 +/- 0,2	3,5 +/- 0,2	118
Substances indésirables	Nitrites	µg/L	42 +/- 2	61 +/- 3	1,8
	Azote NTK	mg/L	<0,5	<0,5	8,1
	Azote global	mg/L	<1,4	<1,3	21
	Phosphates	mg/l	0,020 +/- 0,001	0,020 +/- 0,001	0,65
	Aluminium	µg/L	110 +/- 6	44 +/- 2	2,0
	Baryum	µg/L	19 +/- 1	21 +/- 1	0,66
	Bore	µg/L	13 +/- 1	19 +/- 1	0,56
	Cuivre	µg/L	35 +/- 2	29 +/- 2	0,99
	Fer	µg/L	78 +/- 4	29 +/- 2	1,4
	Manganèse	µg/L	1,8 +/- 0,4	<1	0,028
Substances toxiques	Arsenic	µg/L	0,50 +/- 0,05	<0,5	0,010
	Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	0,0032
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,016
	Etain	µg/L	<5	<5	0,081
	Mercuré	µg/L	<0,05	<0,05	0,000081
	Nickel	µg/L	4,2 +/- 0,4	3,8 +/- 0,3	0,13
	Plomb	µg/L	<1	0,50 +/- 0,30	0,016
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,065
Zinc	µg/L	28 +/- 1	36 +/- 2	1,094	

Tableau 9-17 Résultats des analyses radiochimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

**Echantillon annuel prélevé le 14 juin 2022**

Spectrométrie gamma	Activité en Bq/kg sec	Spectrométrie alpha	Activité en Bq/kg sec
<sup>40</sup> K	4,5E+02 +/- 7,0E+01	<sup>234</sup> U	6,4E+00 +/- 1,5E+00
<sup>60</sup> Co	≤2,5E-01	<sup>235</sup> U	6,9E-01 +/- 3,4E-01
<sup>94</sup> Nb	≤2,4E-01	<sup>238</sup> U	6,4E+00 +/- 1,5E+00
<sup>108m</sup> Ag	≤2,6E-01	<sup>238</sup> Pu	≤4,5E-02
<sup>110m</sup> Ag	≤3,2E-01	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	≤3,7E-02
<sup>134</sup> Cs	≤2,6E-01	<sup>241</sup> Am	≤1,3E-02
<sup>137</sup> Cs	2,4E+00 +/- 3,3E-01	<sup>244</sup> Cm	≤1,3E-02
<sup>210</sup> Pb	1,5E+03 +/- 2,1E+02	<b>Scintillation liquide</b>	<b>Activité en Bq/kg sec</b>
<sup>212</sup> Pb	4,2E+01 +/- 4,9E+00	<sup>14</sup> C	≤3,2E+01
<sup>214</sup> Pb	2,4E+01 +/- 2,9E+00	<sup>36</sup> Cl	≤2,5E+00
<sup>226</sup> Ra	6,6E+01 +/- 3,3E+01	<sup>63</sup> Ni	≤2,5E+00
<sup>228</sup> Ra	4,2E+01 +/- 6,0E+00	<sup>90</sup> Sr	≤2,2E+00
<sup>234</sup> Th	4,8E+01 +/- 7,0E+00	<sup>99</sup> Tc	≤2,2E+00
<sup>235</sup> U	≤1,2E+00	<sup>151</sup> Sm	≤8,3E+00
<sup>241</sup> Am	≤4,3E-01	<sup>241</sup> Pu	≤9,5E+00
<b>Spectrométrie X</b>	<b>Activité en Bq/kg sec</b>	<b>ICP-MS</b>	<b>Activité en Bq/kg sec</b>
<sup>59</sup> Ni	≤1,6E+01	<sup>232</sup> Th	2,1E+00 +/- 4,5E-01

Tableau 9-18 Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG

**Echantillon annuel prélevé le 14 juin 2022**

Paramètres	Unités	Concentration
<b>Paramètres physico-chimiques classiques</b>		
Granulométrie < 2 mm	% MS	38 +/- 11
Granulométrie <63 µm	% MS	3,0 +/- 1,0
<b>Substances indésirables</b>		
Bore	mg/kg MS	200 +/- 60
<b>Substances toxiques</b>		
Cadmium	mg/kg MS	1,30 +/- 0,39
Chrome	mg/kg MS	20 +/- 6
Cyanures	mg/kg MS	0,80 +/- 0,24
Mercure	mg/kg MS	0,08 +/- 0,024
Nickel	mg/kg MS	84 +/- 25
Plomb	mg/kg MS	41 +/- 12
Uranium	mg/kg MS	1,62 +/- 0,49
Somme des HAP	mg/kg MS	0,72 +/- 0,22

## 9.8.3 Résultats du point de contrôle BDS

Tableau 9-19 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 <sup>3</sup>
BDS	10/01/22	2,5E-02	2,1E-01	7,5E+00	1,73	8,2	2 993
	17/01/22	2,7E-02	2,9E-01	1,3E+01	1,92	8,3	1 850
	24/01/22	3,0E-02	3,4E-01	7,4E+00	2,00	8,3	760
	31/01/22	4,0E-02	2,0E-01	1,2E+01	2,17	8,1	438
	07/02/22	3,7E-02	3,1E-01	1,6E+01	2,31	8,2	391
	14/02/22	3,0E-02	1,4E-01	8,9E+00	1,91	8,1	764
	21/02/22	2,9E-02	2,2E-01	8,1E+00	1,56	8,2	2 501
	28/02/22	3,4E-02	2,4E-01	1,1E+01	1,82	8,2	895
	07/03/22	2,8E-02	4,1E-01	9,8E+00	1,57	8,2	1 848
	14/03/22	4,9E-02	2,3E-01	8,8E+00	2,07	8,3	738
	21/03/22	4,9E-02	3,0E-01	1,1E+01	1,94	8,2	519
	28/03/22	5,7E-02	4,2E-01	1,1E+01	2,27	8,3	325
	04/04/22	5,7E-02	3,6E-01	2,2E+01	2,99	8,2	246
	11/04/22	3,3E-02	3,2E-01	1,2E+01	1,25	8,2	352
	18/04/22	3,4E-02	1,5E-01	9,7E+00	2,35	8,2	259
	25/04/22	4,5E-02	4,8E-01	1,6E+01	2,71	8,2	183
	02/05/22	7,2E-02	3,5E-01	1,2E+01	2,88	8,2	136
	09/05/22	7,4E-02	2,5E-01	1,6E+01	3,07	8,1	120
	16/05/22	4,5E-02	4,2E-01	1,9E+01	3,26	8,2	111
	23/05/22	5,1E-02	4,0E-01	2,0E+01	3,35	8,1	114
	30/05/22	7,8E-02	1,1E+00	3,1E+01	3,46	8,2	115
	06/06/22	4,2E-02	4,7E-01	2,0E+01	2,88	8,1	117
	13/06/22	5,4E-02	2,5E-01	1,9E+01	3,25	8,1	116
	20/06/22	5,7E-02	3,4E-01	2,0E+01	3,72	8,1	105
	27/06/22	5,5E-02	3,5E-01	2,5E+01	3,55	8,2	97
	04/07/22	1,4E-01	2,5E+00	4,4E+03	43,70	8,3	100
	11/07/22	5,7E-02	1,3E+00	5,2E+01	4,83	8,2	100
	18/07/22	5,4E-02	2,8E-01	3,0E+01	4,13	8,1	78
	25/07/22	8,0E-02	3,3E-01	3,8E+01	4,02	8,1	68
	01/08/22	6,3E-02	3,5E-01	4,1E+01	4,11	8,2	60
	08/08/22	8,2E-02	3,3E-01	3,7E+01	5,39	8,1	53
	15/08/22	8,5E-02	3,5E-01	3,8E+01	5,24	8,1	46
	22/08/22	7,2E-02	5,8E-01	3,5E+01	4,83	8,1	72
	29/08/22	5,4E-02	5,9E-01	3,6E+01	5,49	8,0	146
	05/09/22	5,0E-02	4,2E-01	2,5E+01	5,43	8,1	63
	12/09/22	3,8E-02	1,1E+00	3,3E+01	5,04	8,3	87
	19/09/22	4,2E-02	3,7E-01	3,9E+01	4,94	8,1	46
	26/09/22	1,9E-02	4,0E-01	2,3E+01	4,34	8,0	132
	03/10/22	2,6E-02	2,5E-01	1,0E+01	2,84	7,9	616
	10/10/22	2,4E-02	6,7E-01	1,4E+01	1,95	8,0	781
	17/10/22	≤ 1,3E-02	4,9E-01	3,3E+01	1,95	8,0	466
	24/10/22	2,7E-02	3,1E-01	1,1E+01	1,68	8,1	1 054
	31/10/22	2,0E-02	2,8E-01	7,8E+00	1,70	8,3	1 419
	07/11/22	2,4E-02	2,5E-01	6,7E+00	1,61	8,1	2 367
	14/11/22	3,0E-02	3,5E-01	8,3E+00	1,84	8,3	1 976
	21/11/22	2,8E-02	2,9E-01	7,1E+00	1,66	8,3	2 092
28/11/22	3,9E-02	1,8E-01	9,4E+00	1,50	8,3	3 362	
05/12/22	1,7E-02	2,4E-01	5,7E+00	1,82	8,3	2 493	
12/12/22	≤ 1,4E-02	2,6E-01	1,1E+01	1,65	8,2	1 035	
19/12/22	2,4E-02	2,6E-01	7,0E+00	1,39	8,3	1 850	
26/12/22	2,8E-02	1,8E-01	9,3E+00	1,53	8,2	4 160	
02/01/23	2,4E-02	3,5E-01	3,2E+02	4,73	8,3	3 871	
Volume total							44684



Tableau 9-20 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 <sup>3</sup>	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	31/01/2022	6040	3,5E-02	2,4E-01	≤1,7E-02	9,8E+00	1,91	8,2	1,0	2,1E-01	1,5E+00	5,9E+01	1,2E+01	6,0E+00
	février	28/02/2022	4551	4,00E-02	2,3E-01	≤1,7E-02	1,0E+01	1,74	8,2	1,0	1,8E-01	1,1E+00	4,6E+01	7,9E+00	5,0E+00
	mars	04/04/2022	3675	4,5E-02	3,2E-01	≤1,7E-02	1,3E+01	2,19	8,1	1,0	1,7E-01	1,2E+00	4,7E+01	8,0E+00	4,0E+00
	avril	02/05/2022	931	5,5E-02	3,3E-01	NR	1,0E+01	2,52	8,2	≤1,0	5,1E-02	3,1E-01	9,7E+00	2,4E+00	≤9,31E-01
	mai	30/05/2022	459	5,6E-02	5,3E-01	NR	2,3E+01	3,36	8,3	≤1,0	2,6E-02	2,4E-01	1,1E+01	1,5E+00	≤4,59E-01
	juin	04/07/2022	535	7,5E-02	6,6E-01	≤1,7E-02	6,9E+02	10,10	8,3	1,0	4,0E-02	3,5E-01	3,7E+02	5,4E+00	5,0E-01
	juillet	01/08/2022	305	6,2E-02	6,0E-01	≤1,7E-02	4,1E+01	4,10	8,2	1,2	1,9E-02	1,8E-01	1,3E+01	1,3E+00	4,0E-01
	août	29/08/2022	316	5,9E-02	4,6E-01	≤1,7E-02	3,6E+01	5,59	8,1	3,0	1,9E-02	1,5E-01	1,1E+01	1,8E+00	9,0E-01
	septembre	03/10/2022	945	5,0E-02	3,8E-01	3,40E-02	1,8E+01	3,50	8,1	9,0	4,7E-02	3,6E-01	1,7E+01	3,3E+00	8,5E+00
	octobre	31/10/2022	3721	2,9E-02	3,4E-01	≤1,7E-02	1,1E+01	1,78	8,3	1,2	1,1E-01	1,3E+00	4,1E+01	6,6E+00	4,0E+00
	novembre	28/11/2022	9797	2,8E-02	2,2E-01	≤1,7E-02	8,9E+00	1,58	8,3	1,6	2,7E-01	2,2E+00	8,7E+01	1,6E+01	1,6E+01
décembre	02/01/2023	13409	2,2E-02	2,0E-01	≤1,7E-02	7,3E+01	2,19	8,3	1,4	2,9E-01	2,7E+00	9,8E+02	2,9E+01	1,9E+01	
Somme			44684								1,4E+00	1,1E+01	1,7E+03	9,5E+01	6,4E+01

Tableau 9-21 Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à risques à leur exutoire (BDS)

	BDS 1 <sup>er</sup> semestre $V_1 = 16191 \text{ m}^3$	BDS 2 <sup>nd</sup> semestre $V_2 = 28493 \text{ m}^3$	Cumul annuel $V_{\text{total}} = 44684 \text{ m}^3$
	Activité volumique (Bq/L)	Activité volumique (Bq/L)	Activité relâchée (MBq)
<b>Compteur proportionnel</b>			
Indice alpha global	4,4E-02 +/- 1,8E-02	2,9E-02 +/- 1,6E-02	1,5E+00
Indice alpha sur MES	<2,0E-03	5,6E-03 +/- 2,5E-03	1,9E-01
Indice bêta global	2,0E-01 +/- 4,1E-02	8,6E-02 +/- 2,8E-02	5,8E+00
Indice beta sur MES	1,1E-02 +/- 7,0E-03	1,3E-02 +/- 7,0E-03	5,5E-01
<b>Spectrométrie gamma</b>			
<sup>40</sup> K	≤2,1E-01	≤1,1E-01	6,5E+00
<sup>60</sup> Co	≤1,5E-02	≤7,2E-03	4,5E-01
<sup>94</sup> Nb	≤6,5E-03	≤7,0E-03	3,0E-01
<sup>108m</sup> Ag	≤7,2E-03	≤7,4E-03	3,3E-01
<sup>110m</sup> Ag	≤7,6E-03	≤8,7E-03	3,7E-01
<sup>129</sup> I	≤4,5E-02	≤4,3E-02	2,0E+00
<sup>134</sup> Cs	≤7,3E-03	≤7,7E-03	3,4E-01
<sup>137</sup> Cs	≤8,0E-03	≤7,4E-03	3,4E-01
<sup>210</sup> Pb	≤8,5E-02	≤8,1E-02	3,7E+00
<sup>212</sup> Pb	≤1,3E-02	≤1,1E-02	5,2E-01
<sup>214</sup> Pb	≤1,9E-02	≤2,1E-02	9,1E-01
<sup>226</sup> Ra	≤1,6E-01	≤1,2E-01	6,0E+00
<sup>228</sup> Ra	≤2,6E-02	≤2,6E-02	1,2E+00
<sup>234</sup> Th	≤8,9E-02	≤7,5E-02	3,6E+00
<sup>235</sup> U	≤4,2E-02	≤3,4E-02	1,6E+00
<sup>241</sup> Am	≤9,5E-03	≤9,1E-03	4,1E-01
<b>Spectrométrie alpha</b>			
<sup>226</sup> Ra	1,8E-02 +/- 1,0E-02	8,0E-03 +/- 7,0E-03	5,2E-01
<sup>234</sup> U	2,6E-02 +/- 4,6E-03	1,6E-02 +/- 2,6E-03	8,8E-01
<sup>235</sup> U	1,5E-03 +/- 8,0E-04	9,9E-04 +/- 4,5E-04	5,3E-02
<sup>238</sup> U	2,3E-02 +/- 4,2E-03	1,1E-02 +/- 2,0E-03	6,9E-01
<sup>238</sup> Pu	≤3,3E-04	≤8,8E-05	7,9E-03
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	≤3,3E-04	≤8,8E-05	7,9E-03
<sup>241</sup> Am	≤9,2E-05	≤1,2E-04	4,9E-03
<sup>244</sup> Cm	≤1,3E-04	≤1,2E-04	5,5E-03
<b>Scintillation liquide</b>			
<sup>3</sup> H	8,8E+01 +/- 1,4E+01	3,0E+01 +/- 6,0E+00	2,3E+03
<sup>14</sup> C	≤1,4E+00	≤1,4E+00	6,3E+01
<sup>36</sup> Cl	≤1,9E-01	≤1,4E-01	7,1E+00
<sup>63</sup> Ni	≤6,7E-02	≤3,6E-02	2,1E+00
<sup>90</sup> Sr	≤3,3E-02	≤8,7E-03	7,8E-01
<sup>99</sup> Tc	≤2,3E-02	≤2,0E-02	9,4E-01
<sup>151</sup> Sm	≤3,3E-02	≤4,2E-02	1,7E+00
<sup>241</sup> Pu	≤1,2E-01	≤2,6E-02	2,7E+00
<b>Spectrométrie X</b>			
<sup>59</sup> Ni	≤1,1E-01	≤6,8E-02	3,7E+00
<b>ICP-M S</b>			
<sup>232</sup> Th	≤2,4E-03	≤2,4E-03	1,1E-01

Tableau 9-22 Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activités aux points de contrôles CMG, BDS, RD12 et RP300 (rejets en continu) ainsi que BRSO et BRSObis (rejets concertés)

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	totaux
<b>CMG</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	4323	1939	1682	175	312	363	10	1043	914	2601	9790	9196	<b>32349</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,06	0,027	0,024	0,00200	0,0040	0,0050	0,00014	0,029	0,017	0,039	0,20	0,22	<b>0,63</b>
	Bêta	0,30	0,19	0,29	0,0100	0,030	0,048	0,0010	0,21	0,099	0,23	1,0	0,91	<b>3,3</b>
	Tritium	18	18	8,5	0,79	0,87	1,0	0,05	2,7	3,0	14	42	28	<b>137</b>
Flux en kg	Potassium	7,0	3,0	2,7	0,16	0,54	0,68	0,019	4,4	2,0	4,2	14	12	<b>51</b>
<b>BRSO</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	0,7	0,7	0,85	0,60	0,50	0,50	0,30	0,40	1,0	0,50	0,80	1,4	<b>8,2</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,00080	0,0011	0,0013	0,0011	0,0011	0,0010	0,00040	0,00080	0,0017	0,00060	0,0010	0,0017	<b>0,013</b>
	Bêta	0,025	0,038	0,046	0,031	0,029	0,032	0,018	0,039	0,060	0,024	0,031	0,060	<b>0,43</b>
	Tritium	51	49	56	41	33	35	29	17	71	40	77	62	<b>561</b>
Flux en kg	Potassium	0,51	0,77	0,92	0,65	0,70	0,73	0,36	1,1	1,3	0,45	0,65	1,0	<b>9,2</b>
<b>BRSOBIS</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	48	39	40	17	9,1	12	5,3	8,1	18	35	74	89	<b>395</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,0019	0,0016	0,0014	0,00080	0,00030	0,00080	0,00020	0,00070	0,0014	0,0016	0,0041	0,0035	<b>0,018</b>
	Bêta	0,27	0,24	0,24	0,11	0,072	0,12	0,049	0,087	0,19	0,30	0,39	0,46	<b>2,5</b>
	Tritium	7,2	2,7	5,0	0,7	0,69	1,0	0,28	0,43	1,0	2,5	7,7	16	<b>46</b>
Flux en kg	Potassium	0,11	0,084	0,086	0,034	0,019	0,026	0,011	0,022	0,047	0,082	0,19	0,54	<b>1,3</b>
<b>RD012</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	286	114	132	1,1	0	1,5	0	0,76	62	124	876	1498	<b>3096</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,0050	0,0040	0,0030	NR	NR	NR	NR	NR	0,0040	0,0070	0,028	0,066	<b>0,12</b>
	Bêta	0,15	0,080	0,079	NR	NR	NR	NR	NR	0,047	0,11	0,68	0,70	<b>1,8</b>
	Tritium	11	3,5	3,9	NR	NR	NR	NR	NR	14	3,3	17	73	<b>113</b>
Flux en kg	Potassium	0,87	0,38	0,43	NR	NR	NR	NR	NR	0,33	0,55	2,6	4,6	<b>9,8</b>
<b>RP300</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	5723	4180	3562	817	332	353	204	261	1039	3482	10636	14315	<b>44905</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,080	0,13	0,080	0,019	0,012	0,015	0,010	0,020	0,054	0,070	0,28	0,64	<b>1,4</b>
	Bêta	0,99	0,59	0,82	0,12	0,11	0,11	0,077	0,13	0,23	0,94	1,3	1,8	<b>7,2</b>
	Tritium	33	35	31	10,1	5,1	6,0	5,5	6,7	13,4	18	38	89	<b>291</b>
Flux en kg	Potassium	10	7,6	6,9	2,0	1,1	1,4	0,84	1,3	3,1	5,6	14	20	<b>74</b>
<b>BDS</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	6040	4551	3675	931	459	535	305	316	945	3721	9797	13409	<b>44684</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,16	0,14	0,15	0,039	0,029	0,037	0,019	0,021	0,027	0,11	0,31	0,31	<b>1,3</b>
	Bêta	15	0,99	1,3	0,29	0,25	0,40	0,20	0,16	0,35	1,5	2,5	3,4	<b>13</b>
	Tritium	56	43	39	11	10	459	13	11	15	49	79	1328	<b>2113</b>
Flux en kg	Potassium	11	7,9	6,9	1,9	1,5	5,9	1,3	1,7	3,3	6,6	16	33	<b>98</b>

Tableau 9-23 Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	7,9 +/- 0,1	8,1 +/- 0,3	-
	Conductivité	µS/cm	625 +/- 19	807 +/- 24	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	11,7 +/- 0,1	11,6 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV/ENH	436 +/- 17	365 +/- 15	-
	MES	mg/L	<2	<2	45
Eléments majeurs	Calcium	mg/L	64 +/- 3,2	27 +/- 1,4	1806
	Chlorures	mg/L	31 +/- 1,6	31 +/- 1,6	1385
	Potassium	mg/L	1,7 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	90
	Sulfates	mg/L	100 +/- 5	63 +/- 3,2	3414
	Nitrates	mg/L	3,2 +/- 0,2	13 +/- 1	422
Substances indésirables	Nitrites	µg/L	4,0 +/- 0,2	20 +/- 1	0,635
	Azote NTK	mg/L	0,50 +/- 0,03	<0,5	15
	Azote global	mg/L	1,22 +/- 0,39	<3,44	69
	Phosphore	µg/L	<0,01	<0,01	0,22
	Aluminium	µg/L	96 +/- 4,8	66 +/- 3,3	3,4
	Baryum	µg/L	29 +/- 1,5	28 +/- 1,4	1,3
	Bore	µg/L	25 +/- 1,3	35 +/- 1,8	1,4
	Cuivre	µg/L	14 +/- 0,7	16 +/- 0,8	0,68
	Fer	µg/L	9,0 +/- 0,45	32 +/- 1,6	1,1
Substances toxiques	Manganèse	µg/L	26 +/- 1,3	<1	0,44
	Arsenic	µg/L	<0,5	<0,5	0,011
	Cadmium	µg/L	0,40 +/- 0,14	0,40 +/- 0,14	0,018
	Chrome	µg/L	<1	7,0 +/- 0,35	0,21
	Cyanures totaux	µg/L	<5	<5	0,11
	Etain	µg/L	<5	<5	0,11
	Mercurure	µg/L	<0,05	<0,05	0,00112
	Plomb	µg/L	<1	1,5 +/- 0,1	0,05
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,089
	Zinc	µg/L	63 +/- 3,2	66 +/- 3,3	2,9
	Hydrocarbures	µg/L	<20	<20	0,4
	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 9-24 Résultats des analyses du nickel au BDS

	BDS (µg/L)		
	Concentration (µg/L)	Volume (m3)	Flux (kg)
Janvier	29	6 040	0,18
Février	32	4 551	0,15
Mars	38	3 675	0,14
Avril	62	931	0,06
Mai	93	459	0,04
Juin	92	535	0,05
Juillet	99	305	0,03
Août	76	316	0,02
Septembre	36	944	0,03
Octobre	19	3 721	0,07
Novembre	19	9 797	0,19
Décembre	17	13 409	0,23
MOYENNE	51		
TOTAL		44 684	1,19

#### 9.8.4 Résultats du point de contrôle RP300

Tableau 9-25 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 <sup>40</sup> K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	Volume m <sup>3</sup>
RP300	Janvier	31/01/2022	≤ 1,4E-02	1,7E-01	1,2E-01	5,7E+00	1,74	5723
	Février	28/02/2022	3,2E-02	1,4E-01	8,9E-02	8,4E+00	1,82	4180
	Mars	04/04/2022	2,2E-02	2,3E-01	1,8E-01	8,7E+00	1,93	3562
	Avril	02/05/2022	2,3E-02	1,5E-01	8,2E-02	1,2E+01	2,43	817
	Mai	30/05/2022	3,6E-02	3,3E-01	2,4E-01	1,6E+01	3,36	332
	Juin	04/07/2022	4,2E-02	3,0E-01	1,9E-01	1,7E+01	3,83	353
	Juillet	01/08/2022	5,1E-02	3,8E-01	2,7E-01	2,7E+01	4,11	204
	Août	29/08/2022	7,5E-02	4,9E-01	3,5E-01	2,6E+01	4,99	261
	Septembre	03/10/2022	5,2E-02	2,2E-01	1,4E-01	1,3E+01	2,93	1039
	Octobre	31/10/2022	1,9E-02	2,7E-01	2,2E-01	5,1E+00	1,62	3482
	Novembre	28/11/2022	2,6E-02	1,2E-01	8,3E-02	3,6E+00	1,33	10636
	Décembre	02/01/2023	4,5E-02	1,2E-01	8,1E-02	6,2E+00	1,38	14315
Volume total								44904

Tableau 9-26 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)

	Paramètres	Unités	Concentration du premier semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,0 +/- 0,1	8,0 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	628 +/- 19	782 +/- 23	-
	Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	12 +/- 1	11 +/- 1	-
	Potentiel redox	mV/ENH	442 +/- 18	366 +/- 15	-
	MES	mg/L	<2	<4	-
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	59 +/- 3	56 +/- 3	2560
	Chlorures	mg/L	32 +/- 2	32 +/- 2	1437
	Potassium	mg/L	1,5 +/- 0,1	2,0 +/- 0,1	82
	Sulfates	mg/L	87 +/- 4	64 +/- 3	3218
	Nitrates	mg/L	3,4 +/- 0,2	2,7 +/- 0,1	132
Substances indésirables	Aluminium	µg/L	100 +/- 5	30 +/- 2	2,4
	Baryum	µg/L	29 +/- 2	29 +/- 2	1,3
	Bore	µg/L	22 +/- 1,1	32 +/- 1,6	1,3
	Cuivre	µg/L	15 +/- 1	22 +/- 1	0,88
	Fer	µg/L	16 +/- 1	27 +/- 1	1,0
	Manganèse	µg/L	2,0 +/- 0,4	1,4 +/- 0,3	0,072
Substances toxiques	Arsenic	µg/L	<0,5	<0,5	0,011
	Cadmium	µg/L	0,50 +/- 0,18	0,30 +/- 0,11	0,016
	Chrome	µg/L	<1	<1	0,022
	Mercurure	µg/L	<0,05	<0,05	0,0011
	Nickel	µg/L	38 +/- 3,4	20 +/- 1,8	0,58
	Plomb	µg/L	<1	0,70 +/- 0,41	0,036
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,090
	Zinc	µg/L	98 +/- 5	56 +/- 3	3,1
	Hydrocarbures	µg/L	<20	<20	0,45
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,005	<0,005	-
	HAP Benzo(ghi)peryène	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	-

### 9.8.5 Résultats du point de contrôle RD12

Tableau 9-27 Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)

Analyses radiologiques des eaux à l'exutoire du réseau de drainage profond														
Point de prélèvement	Période de prélèvement	Volumes m <sup>3</sup>	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	286	1,6E-02	5,2E-01	≤1,68E-02	3,7E+01	8,1	3,05	2,80	4,6E-03	1,5E-01	1,1E+01	8,7E-01	8,0E-01
	Février	114	3,1E-02	7,0E-01	≤1,68E-02	3,0E+01	8,3	3,35	1,00	3,5E-03	8,0E-02	3,5E+00	3,8E-01	1,1E-01
	Mars	132,1	2,2E-02	6,0E-01	2,2E-02	2,9E+01	8,1	3,27	10,80	2,9E-03	7,9E-02	3,9E+00	4,3E-01	1,4E+00
	Avril	1,1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Mai	0,0	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Juin	1,5	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Juillet	0,0	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Août	0,8	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Septembre	62,1	6,4E-02	7,5E-01	4,2E-02	2,3E+01	8,2	5,32	18,00	4,0E-03	4,7E-02	1,4E+00	3,3E-01	1,1E+00
	Octobre	123,7	5,8E-02	9,2E-01	≤1,70E-02	2,7E+01	8,3	4,45	1,60	7,2E-03	1,1E-01	3,3E+00	5,5E-01	2,0E-01
	Novembre	876	3,2E-02	7,8E-01	≤1,70E-02	2,0E+01	8,2	2,99	3,80	2,8E-02	6,8E-01	1,7E+01	2,6E+00	3,3E+00
Décembre	1498	4,4E-02	4,7E-01	≤1,70E-02	4,9E+01	8,3	3,07	2,80	6,6E-02	7,0E-01	7,3E+01	4,6E+00	4,2E+00	
Somme		3096								1,2E-01	1,8E+00	1,1E+02	9,8E+00	1,1E+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 : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées.

Tableau 9-28 Résultats des analyses radiologiques hebdomadaires des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	pH	Tritium	Vol. rejeté m <sup>3</sup>	Relâchement tritium MBq
RD12	10/01/22	8,0	3,4E+01	230	7,8E+00
	17/01/22	8,2	4,3E+01	53	2,3E+00
	24/01/22	8,2	4,1E+01	2	7,6E-02
	31/01/22	8,2	3,4E+01	1	2,9E-02
	07/02/22	NR	NR	0	NR
	14/02/22	8,1	3,2E+01	3	9,7E-02
	21/02/22	8,2	3,2E+01	108	3,4E+00
	28/02/22	8,3	3,1E+01	3,37	1,0E-01
	07/03/22	8,3	2,9E+01	127,61	3,7E+00
	14/03/22	8,3	2,7E+01	3,2	8,7E-02
	21/03/22	8,3	2,7E+01	1,0	2,7E-02
	28/03/22	8,3	2,5E+01	0,2	5,7E-03
	04/04/22	NR	NR	0,1	NR
	11/04/22	NR	NR	0,0	NR
	18/04/22	8,2	3,2E+01	0,5	1,6E-02
	25/04/22	8,2	3,3E+01	0,4	1,3E-02
	02/05/22	NR	NR	0,2	NR
	09/05/22	NR	NR	0,0	NR
	16/05/22	NR	NR	0,0	NR
	23/05/22	NR	NR	0,0	NR
	30/05/22	NR	NR	0,0	NR
	06/06/22	NR	NR	0,0	NR
	13/06/22	NR	NR	0,0	NR
	20/06/22	NR	NR	0,0	NR
	27/06/22	NR	NR	0	NR
	04/07/22	NR	NR	1,5	NR
	11/07/22	NR	NR	0,0	NR
	18/07/22	NR	NR	0,0	NR
	25/07/22	NR	NR	0,0	NR
	01/08/22	NR	NR	0,0	NR
	08/08/22	NR	NR	0,0	NR
	15/08/22	NR	NR	0,0	NR
	22/08/22	NR	NR	0,0	NR
	29/08/22	NR	NR	0,8	NR
	05/09/22	NR	NR	0,4	NR
	12/09/22	NR	NR	0,4	NR
	19/09/22	NR	NR	0,4	NR
	26/09/22	NR	NR	1,1	NR
	03/10/22	8,2	2,6E+01	59,8	1,6E+00
	10/10/22	8,2	4,2E+01	28,1	1,2E+00
	17/10/22	8,3	3,8E+01	9,2	3,5E-01
	24/10/22	8,3	3,4E+01	29,2	1,0E+00
	31/10/22	8,4	2,8E+01	57,3	1,6E+00
	07/11/22	8,2	1,6E+01	262	4,1E+00
	14/11/22	8,3	1,9E+01	84,7	1,6E+00
21/11/22	8,1	1,9E+01	164,1	3,1E+00	
28/11/22	8,3	1,8E+01	366,0	6,7E+00	
05/12/22	8,1	3,6E+01	226	8,1E+00	
12/12/22	8,3	4,2E+01	15	6,2E-01	
19/12/22	8,3	5,2E+01	88,3	4,6E+00	
26/12/22	8,3	4,8E+01	616,9	3,0E+01	
02/01/23	8,3	7,0E+01	551	3,9E+01	
<b>Somme</b>				<b>3096</b>	<b>121</b>

NR : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées



Tableau 9-29 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	8,3 +/- 0,1	8,5 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	318 +/- 10	657 +/- 20	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	11 +/- 1	10,9 +/- 0,1	-
	Potentiel redox	mV	432 +/- 17	361 +/- 14	-
	MES	mg/L	<2	4,0 +/- 0,2	11
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	46 +/- 2,3	45 +/- 2	140
	Chlorures	mg/L	28 +/- 1,4	30 +/- 2	92
	Potassium	mg/L	2,6 +/- 0,13	2,8 +/- 0,1	8,6
	Sulfates	mg/L	17 +/- 0,9	19 +/- 1	58
Substances indésirables	Bore	µg/L	18 +/- 0,9	25 +/- 1	0,074
Substances toxiques	Cadmium	µg/L	<0,2	0,20 +/- 0,07	0,00057
	Chrome	µg/L	<1	3,0 +/- 1,5	0,0080
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,000077
	Nickel	µg/L	1,0 +/- 0,1	7,0 +/- 0,6	0,018
	Plomb	µg/L	<1	1,2 +/- 0,7	0,0032
	Uranium	µg/L	<4	<4	0,0062
	Zinc	µg/L	25 +/- 1	61 +/- 3,1	0,17

Tableau 9-30 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	Bêta hors <sup>40</sup> K Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH
RD003	16/03/2022	≤2,8E-02	5,3E-01	4,5E-01	2,7E+01	2,7E+00	8,3
	14/10/2022	3,2E-02	7,5E-01	6,5E-01	1,3E+01	3,4E+00	8,1
RD013	16/03/2022	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	14/10/2022	6,8E-02	3,9E+00	3,8E+00	8,3E+00	3,9E+00	8,2
RD017	16/03/2022	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	14/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	NR
RD018	16/03/2022	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	14/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	NR
RD019	16/03/2022	9,0E-02	8,2E-01	7,3E-01	3,8E+01	3,3E+00	8,5
	14/10/2022	5,8E-02	1,5E+00	1,4E+00	2,9E+01	2,6E+00	8,2
RD020	16/03/2022	5,1E-02	8,2E-01	7,4E-01	3,7E+01	2,9E+00	8,5
	14/10/2022	5,5E-02	1,5E+00	1,4E+00	2,6E+01	2,7E+00	8,1
RD021	16/03/2022	1,0E-01	1,4E+00	1,3E+00	2,7E+01	3,5E+00	8,5
	14/10/2022	1,0E-01	1,9E+00	1,8E+00	2,4E+01	4,2E+00	8,3
RD022	16/03/2022	9,0E-02	1,4E+00	1,3E+00	2,8E+01	3,6E+00	8,4
	14/10/2022	1,6E-01	2,2E+00	2,1E+00	2,3E+01	4,3E+00	8,2
RD023	16/03/2022	6,3E-02	6,1E-01	5,1E-01	1,2E+01	3,7E+00	8,3
	14/10/2022	1,1E-01	9,9E-01	8,6E-01	2,2E+01	4,6E+00	8,2
RD024	16/03/2022	5,1E-02	5,0E-01	4,0E-01	3,1E+01	3,4E+00	8,3
	14/10/2022	6,8E-02	1,7E+00	1,5E+00	2,0E+01	5,6E+00	8,2

NR : pas d'écoulement sur la période, analyses non réalisées

## 9.8.6 Résultats du point de contrôle BRSO

Tableau 9-31 Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRSO)

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	Durée h	Volumes m <sup>3</sup>	Débit moyen m <sup>3</sup> /h	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global soluble Bq/L	Bêta insoluble*		Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	MES* mg/L	Alpha MBq	Bêta soluble MBq	Bêta insoluble MBq	Tritium MBq	Potassium kg		MES kg
								Bq/L	Bq/g											
BRS000	Janvier	31/01/2022	672	0,65	0,0010	1,3E+00	3,8E+01	1,3E-01	4,6E+01	7,9E+04	780	8,6	2,8	8,3E-04	2,5E-02	8,3E-05	5,1E+01	5,1E-01	1,8E-03	0,34%
	Février	28/02/2022	672	0,65	0,0010	1,7E+00	5,8E+01	1,7E-01	2,4E+01	7,6E+04	1190	9,0	7,4	1,1E-03	3,8E-02	1,2E-04	4,9E+01	7,7E-01	4,8E-03	0,30%
	Mars	04/04/2022	840	0,85	0,0010	1,5E+00	5,4E+01	2,8E-02	2,0E+01	6,6E+04	1080	9,0	1,2	1,3E-03	4,6E-02	2,0E-05	5,6E+01	9,2E-01	1,0E-03	0,04%
	Avril	02/05/2022	672	0,60	0,00089	1,9E+00	5,1E+01	6,6E-02	2,2E+01	6,9E+04	1090	9,0	3,0	1,1E-03	3,1E-02	4,0E-05	4,1E+01	6,5E-01	1,8E-03	0,13%
	Mai	30/05/2022	672	0,50	0,00074	2,1E+00	5,8E+01	1,3E-01	2,0E+01	6,6E+04	1390	9,2	6,6	1,1E-03	2,9E-02	6,6E-05	3,3E+01	7,0E-01	3,3E-03	0,23%
	Juin	04/07/2022	840	0,50	0,00059	1,9E+00	6,3E+01	2,2E-01	2,2E+01	7,0E+04	1460	9,1	10	9,5E-04	3,2E-02	1,1E-04	3,5E+01	7,3E-01	5,0E-03	0,35%
	Juillet	01/08/2022	672	0,30	0,00045	1,5E+00	5,9E+01	3,6E-01	1,3E+01	9,6E+04	1210	8,9	28	4,4E-04	1,8E-02	1,0E-04	2,9E+01	3,6E-01	8,0E-03	0,58%
	Août	29/08/2022	672	0,40	0,00059	1,9E+00	9,7E+01	5,9E-01	1,7E+01	4,3E+04	2730	9,2	35	7,6E-04	3,9E-02	2,3E-04	1,7E+01	1,1E+00	1,4E-02	0,60%
	Septembre	03/10/2022	840	1,00	0,0012	1,7E+00	6,0E+01	7,6E-02	5,0E+01	7,1E+04	1330	8,9	1,4	1,7E-03	6,0E-02	7,0E-05	7,1E+01	1,3E+00	1,4E-03	0,12%
	Octobre	31/10/2022	672	0,50	0,00074	1,2E+00	4,7E+01	≤1,7E-02	≤8,5E+00	7,9E+04	890	8,6	2,0	6,2E-04	2,4E-02	≤8,50E-06	4,0E+01	4,5E-01	1,0E-03	NR
	Novembre	28/11/2022	675	0,80	0,0012	1,3E+00	3,9E+01	≤1,7E-02	≤6,5E+00	9,6E+04	810	8,6	2,6	1,0E-03	3,1E-02	≤1,37E-05	7,7E+01	6,5E-01	2,1E-03	NR
	Décembre	02/01/2023	840	1,40	0,0017	1,2E+00	4,3E+01	≤1,7E-02	≤8,5E+00	4,4E+04	730	8,9	2,0	1,7E-03	6,0E-02	≤2,38E-05	6,2E+01	1,0E+00	2,8E-03	NR
Somme				8,15										1,26E-02	4,31E-01	8,41E-04	5,61E+02	9,18E+00	4,70E-02	

\*les MES et le bêta insoluble sont mesurés après filtration de 500 mL d'échantillon sur un filtre de porosité 0,45µm.

Tableau 9-32 Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à l'exutoire du RSGE (BR50)

	BR50 1 <sup>er</sup> semestre V1 = 3,75 m <sup>3</sup>		BR50 2 <sup>nd</sup> semestre V2 = 4,40 m <sup>3</sup>		Cumul annuel Vtotal = 8,15 m <sup>3</sup>
	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 (MBq)
<b>Compteur proportionnel</b>					
Alpha global	1,7E+00 +/- 4,2E-01	1,8E-02 +/- 5,0E-03	1,9E+00 +/- 7,0E-01	≤1,1E-02	1,5E-02
Bêta global	4,5E+01 +/- 7,0E+00	1,0E-01 +/- 1,8E-02	4,4E+01 +/- 6,0E+00	3,2E+00 +/- 4,5E-01	3,6E-01
<b>Spectrométrie gamma</b>					
<sup>40</sup> K	2,3E+01 +/- 3,3E+00	≤2,4E-02	2,3E+01 +/- 3,4E+00	≤2,7E-02	1,9E-01
<sup>60</sup> Co	≤9,8E-03	≤2,2E-03	≤1,1E-02	≤2,1E-03	8,5E-05
<sup>94</sup> Nb	≤9,7E-03	≤1,9E-03	≤1,1E-02	≤2,1E-03	8,5E-05
<sup>108m</sup> Ag	≤1,1E-02	≤2,0E-03	≤1,3E-02	≤2,5E-03	9,8E-05
<sup>110m</sup> Ag	≤1,2E-02	≤2,7E-03	≤2,1E-02	≤1,2E-03	1,4E-04
<sup>129</sup> I	≤1,0E-01	≤4,4E-03	≤1,2E-01	≤7,3E-03	9,0E-04
<sup>134</sup> Cs	≤1,2E-02	≤2,2E-03	≤1,3E-02	≤1,8E-03	1,0E-04
<sup>137</sup> Cs	9,6E+00 +/- 1,1E+00	≤1,8E-03	8,3E+00 +/- 9,0E-01	≤1,7E-03	7,3E-02
<sup>210</sup> Pb	≤1,6E-01	≤1,1E-02	≤1,9E-01	≤1,5E-02	1,4E-03
<sup>212</sup> Pb	≤2,1E-02	≤2,0E-03	≤2,4E-02	≤3,2E-03	1,8E-04
<sup>214</sup> Pb	≤3,1E-02	≤3,5E-03	≤3,5E-02	≤5,2E-03	2,7E-04
<sup>226</sup> Ra	≤3,0E-01	≤3,3E-02	≤3,4E-01	≤3,7E-02	2,6E-03
<sup>228</sup> Ra	≤3,8E-02	≤6,7E-03	≤4,3E-02	≤7,4E-03	3,3E-04
<sup>234</sup> Th	6,2E-01 +/- 1,3E-01	≤1,5E-02	5,9E-01 +/- 1,4E-01	≤1,8E-02	4,9E-03
<sup>235</sup> U	≤6,2E-02	≤6,2E-03	≤7,6E-02	≤8,9E-03	5,7E-04
<sup>241</sup> Am	≤1,7E-02	≤1,2E-03	≤2,1E-02	≤1,8E-03	1,6E-04
<b>Spectrométrie alpha</b>					
<sup>226</sup> Ra	8,0E-03 +/- 4,6E-03		1,8E-02 +/- 9,0E-03		1,1E-04
<sup>234</sup> U	1,1E+00 +/- 1,9E-01	2,0E-03 +/- 8,0E-04	9,1E-01 +/- 1,1E-01	≤2,0E-04	8,1E-03
<sup>235</sup> U	4,2E-02 +/- 1,6E-02	≤1,8E-04	3,8E-02 +/- 9,0E-03	≤2,0E-04	3,2E-04
<sup>238</sup> U	7,9E-01 +/- 1,5E-01	9,0E-04 +/- 5,0E-04	6,9E-01 +/- 9,0E-02	≤2,0E-04	6,0E-03
<sup>238</sup> Pu	≤2,7E-04	≤3,0E-04	2,7E-03 +/- 7,0E-04	≤1,4E-04	1,3E-05
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	≤3,0E-04	≤2,1E-04	2,1E-03 +/- 6,0E-04	≤1,4E-04	1,0E-05
<sup>241</sup> Am	≤9,0E-05	≤1,0E-04	≤9,7E-05	≤1,1E-04	7,6E-07
<sup>244</sup> Cm	≤9,0E-05	≤1,0E-04	≤9,7E-05	≤1,1E-04	7,6E-07
<b>Scintillation liquide</b>					
<sup>3</sup> H	9,2E+04 +/- 1,3E+04	≤2,2E+00	7,9E+04 +/- 1,1E+04	≤2,0E+00	6,9E+02
<sup>14</sup> C	1,1E+02 +/- 2,7E+01	≤1,6E+00	5,6E+01 +/- 1,9E+01	≤2,5E+00	6,6E-01
<sup>36</sup> Cl	≤2,0E-01	≤1,9E-02	≤1,4E-01	≤1,4E-01	1,4E-03
<sup>63</sup> Ni	6,1E-01 +/- 1,5E-01	≤4,9E-02	2,4E-01 +/- 9,0E-02	≤1,4E-01	3,3E-03
<sup>90</sup> Sr	1,2E-01 +/- 4,2E-02	≤2,0E-02	6,9E-02 +/- 2,0E-02	≤3,1E-02	7,5E-04
<sup>99</sup> Tc	≤2,2E-02	≤2,3E-02	7,9E-02 +/- 3,1E-02	≤2,2E-02	1,9E-02
<sup>151</sup> Sm	≤3,7E-02	≤3,5E-02	≤4,9E-02	≤2,5E-01	3,5E-04
<sup>241</sup> Pu	≤7,6E-02	≤2,7E-01	≤3,1E-02	≤4,5E-02	4,2E-04
<b>Spectrométrie X</b>					
<sup>59</sup> Ni	≤7,4E-02	≤7,9E-02	≤7,6E-02	≤7,9E-02	6,1E-04
<b>ICP-MS</b>					
<sup>232</sup> Th	≤3,5E-03	≤1,7E-02	≤2,4E-03	≤2,4E-02	2,4E-05

\* le bêta insoluble est mesuré après filtration sur un filtre de porosité 0,45µm.

Tableau 9-33 Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRSO)

	Paramètres	Unités	Concentration du première semestre	Concentration du second semestre	Flux annuel en kg
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,4 +/- 0,1	8,5 +/- 0,1	-
	Conductivité	µS/cm	4110 +/- 120	4180 +/- 130	-
	Oxygène dissous	mg/L	9,9 +/- 0,1	12 +/- 1	-
	Potentiel redox	mV	416 +/- 17	538 +/- 22	-
	MES	mg/L	<2	<2	0,0082
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	28 +/- 1	31 +/- 2	0,24
	Chlorures	mg/L	85 +/- 4	89 +/- 5	0,71
	Potassium	mg/L	470 +/- 24	530 +/- 27	4,1
	Sulfates	mg/L	520 +/- 26	550 +/- 28	4,4
Substances indésirables	Baryum	µg/L	20 +/- 1	20 +/- 1	0,00016
	Bore	µg/L	290 +/- 15	330 +/- 17	0,0025
Substances toxiques	Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	0,00000082
	Chrome	µg/L	54 +/- 3	54 +/- 3	0,00044
	Cyanures	µg/L	<5	9,0 +/- 0,5	0,000049
	Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	0,00000020
	Nickel	µg/L	7,3 +/- 0,7	3,9 +/- 0,4	0,000045
	Plomb	µg/L	<1	<1	0,0000041
	Uranium	µg/L	80 +/- 4	31 +/- 2	0,00044
	Zinc	µg/L	12 +/- 1	15 +/- 1	0,00011
	HAP indéno pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	HAP benzo (a) pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	HAP benzo fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	HAP benzo pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	HAP fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	-
	Somme des HAP (6)	µg/L	<0,03	<0,03	-

9.8.7 Résultats du point de contrôle BRS0bis

Tableau 9-34 Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRS0bis)

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	10/01/22	20,80	4,4E-02	5,4E+00	NR	NR	2,4E+02	2,18	7,6	≤1	1,1E-01	NR	
	17/01/22	13,70	≤ 3,5E-02	5,8E+00	NR	NR	9,4E+01	2,18	7,5	≤1	7,9E-02	NR	
	24/01/22	7,90	≤ 3,5E-02	5,1E+00	NR	NR	6,6E+01	2,34	7,8	≤1	4,0E-02	NR	
	31/01/22	5,90	≤ 3,5E-02	6,5E+00	NR	NR	5,7E+01	2,34	7,7	≤1	3,8E-02	NR	
	07/02/22	5,20	≤ 3,5E-02	7,1E+00	NR	NR	3,6E+01	2,31	8,1	≤1	3,7E-02	NR	
	14/02/22	8,05	≤ 3,5E-02	6,7E+00	≤ 1,7E-02	≤1,40E+01	2,9E+01	2,26	7,9	1,2	5,4E-02	≤1,40E-04	NR
	21/02/22	16,55	4,8E-02	5,5E+00	NR	NR	9,6E+01	2,08	7,6	≤1	9,1E-02	NR	
	28/02/22	9,20	≤ 3,5E-02	5,8E+00	NR	NR	7,9E+01	2,08	7,6	≤1	5,3E-02	NR	
	07/03/22	15,15	≤ 3,5E-02	6,0E+00	NR	NR	2,0E+02	2,07	7,6	≤1	9,1E-02	NR	
	14/03/22	8,45	≤ 3,5E-02	5,7E+00	NR	NR	1,1E+02	2,07	7,6	≤1	4,8E-02	NR	
	21/03/22	7,15	≤ 3,5E-02	5,9E+00	NR	NR	8,2E+01	2,11	7,6	≤1	4,2E-02	NR	
	28/03/22	4,90	≤ 3,5E-02	5,8E+00	≤ 1,7E-02	≤1,40E+01	5,8E+01	2,19	8,1	1,2	2,8E-02	≤8,40E-05	NR
	04/04/22	4,75	≤ 3,5E-02	6,5E+00	NR	NR	4,7E+01	2,28	8,1	≤1	3,1E-02	NR	
	11/04/22	5,45	5,0E-02	6,2E+00	≤ 1,7E-02	≤1,68E+01	4,0E+01	1,49	8,2	1,0	3,4E-02	≤8,40E-05	NR
	18/04/22	5,60	≤ 3,5E-02	6,6E+00	NR	NR	3,4E+01	2,25	8,4	≤1	3,7E-02	NR	
	25/04/22	3,30	≤ 3,5E-02	6,9E+00	2,3E+00	7,2E+01	5,2E+01	2,35	8,3	32,4	2,3E-02	7,7E-03	25,2%
	02/05/22	2,50	7,0E-02	6,8E+00	4,8E-02	3,0E+01	5,8E+01	2,25	8,2	1,6	1,7E-02	1,2E-04	0,7%
	09/05/22	1,90	≤ 3,4E-02	6,7E+00	1,8E-02	1,3E+01	6,5E+01	2,09	8,4	1,4	1,3E-02	3,9E-05	0,3%
	16/05/22	1,90	4,2E-02	7,2E+00	≤ 1,7E-02	≤1,68E+01	7,4E+01	2,02	8,2	1,0	1,4E-02	≤3,19E-05	NR
	23/05/22	2,85	≤ 3,4E-02	8,0E+00	3,0E-02	2,1E+01	7,7E+01	2,19	8,2	1,4	2,3E-02	8,4E-05	0,4%
	30/05/22	2,40	≤ 3,4E-02	9,4E+00	2,2E+00	9,2E+01	8,6E+01	2,28	7,8	23,8	2,3E-02	5,2E-03	18,8%
	06/06/22	2,30	≤ 3,5E-02	9,7E+00	1,6E-01	5,3E+01	8,4E+01	2,19	8,1	3,0	2,2E-02	3,7E-04	1,6%
	13/06/22	3,20	7,0E-02	1,0E+01	≤ 1,7E-02	≤1,42E+01	7,4E+01	2,09	8,2	1,2	3,2E-02	≤5,67E-05	NR
	20/06/22	2,10	7,0E-02	9,5E+00	NR	NR	7,6E+01	2,17	8,1	≤1	2,0E-02	NR	
	27/06/22	2,00	7,0E-02	9,6E+00	NR	NR	7,9E+01	2,02	8,2	≤1	1,9E-02	NR	
	04/07/22	2,70	8,8E-02	9,5E+00	≤ 1,7E-02	≤1,42E+01	8,1E+01	2,19	8,1	1,2	2,6E-02	≤4,25E-05	NR
	11/07/22	1,70	4,3E-02	8,0E+00	3,6E-02	2,6E+01	4,9E+01	2,21	8,2	1,4	1,4E-02	6,2E-05	0,5%
	18/07/22	1,20	≤ 3,5E-02	1,0E+01	NR	NR	5,2E+01	2,28	8,1	≤1	1,2E-02	NR	
	25/07/22	1,30	≤ 3,5E-02	1,0E+01	≤ 1,7E-02	≤1,42E+01	5,1E+01	2,13	8,1	1,2	1,3E-02	≤2,27E-05	NR
	01/08/22	1,05	7,0E-02	1,0E+01	≤ 1,7E-02	≤1,06E+01	6,5E+01	2,09	8,2	1,6	1,1E-02	≤1,81E-05	NR
	08/08/22	0,80	5,7E-02	1,0E+01	≤ 1,8E-02	≤1,29E+01	6,3E+01	2,66	7,9	1,4	8,0E-03	≤1,41E-05	NR
	15/08/22	0,60	1,1E-01	1,1E+01	≤ 1,7E-02	≤1,70E+01	6,5E+01	2,62	8,0	1,0	6,6E-03	≤1,02E-05	NR
	22/08/22	2,25	7,0E-02	1,2E+01	NR	NR	6,6E+01	2,62	8,0	≤1	2,7E-02	NR	
	29/08/22	4,45	9,0E-02	1,0E+01	NR	NR	4,4E+01	2,74	7,8	≤1	4,6E-02	NR	
	05/09/22	2,60	8,0E-02	1,1E+01	NR	NR	3,6E+01	2,79	7,8	≤1	2,9E-02	NR	
	12/09/22	2,00	1,0E-01	1,1E+01	1,3E+00	6,2E+01	5,8E+01	2,63	7,8	21,6	2,2E-02	2,7E-03	10,7%
	19/09/22	2,10	8,0E-02	1,1E+01	NR	NR	6,3E+01	2,48	8,0	≤1	2,3E-02	NR	
	26/09/22	3,00	4,3E-02	1,0E+01	NR	NR	6,5E+01	2,55	8,0	≤1	3,0E-02	NR	
	03/10/22	8,20	8,0E-02	1,1E+01	NR	NR	6,2E+01	2,66	7,8	≤1	8,9E-02	NR	
	10/10/22	8,20	5,3E-02	9,4E+00	NR	NR	7,3E+01	2,37	7,8	≤1	7,7E-02	NR	
17/10/22	7,40	4,4E-02	9,5E+00	NR	NR	9,1E+01	2,37	7,7	≤1	7,0E-02	NR		
24/10/22	9,10	4,4E-02	8,0E+00	≤ 1,7E-02	≤1,21E+01	6,3E+01	2,34	7,6	1,4	7,3E-02	≤1,58E-04	NR	
31/10/22	10,10	4,4E-02	7,6E+00	NR	NR	6,6E+01	2,37	7,8	≤1	7,7E-02	NR		
07/11/22	18,40	≤ 3,4E-02	5,5E+00	≤ 1,7E-02	≤1,21E+01	5,8E+01	2,22	7,5	1,4	1,0E-01	≤3,64E-04	NR	
14/11/22	17,90	≤ 3,4E-02	6,5E+00	NR	NR	1,2E+02	2,64	7,5	≤1	1,2E-01	NR		
21/11/22	16,60	7,0E-02	6,2E+00	≤ 1,7E-02	≤9,44E+00	1,7E+02	2,46	7,7	1,8	1,0E-01	≤2,83E-04	NR	
28/11/22	21,55	8,0E-02	3,4E+00	≤ 1,7E-02	≤1,21E+01	7,6E+01	2,90	7,6	1,4	7,4E-02	≤3,64E-04	NR	
05/12/22	16,65	≤ 3,4E-02	5,6E+00	NR	NR	1,6E+02	2,35	7,7	≤1	9,3E-02	NR		
12/12/22	9,30	≤ 3,4E-02	5,0E+00	≤ 1,7E-02	≤9,44E+00	8,5E+01	2,26	7,5	1,8	4,7E-02	≤1,61E-04	NR	
19/12/22	12,30	7,0E-02	7,0E+00	≤ 1,7E-02	≤7,73E+00	6,7E+01	NR	7,6	2,2	8,6E-02	≤2,09E-04	NR	
26/12/22	25,90	≤ 3,4E-02	4,5E+00	NR	NR	2,5E+02	3,50	7,7	≤1	1,2E-01	NR		
02/01/23	24,50	≤ 3,4E-02	4,6E+00	1,8E-02	1,5E+01	2,3E+02	2,46	7,6	1,2	1,1E-01	4,5E-04	0,4%	
<b>Somme</b>		<b>395,05</b>									<b>2,52E+00</b>	<b>1,67E-02</b>	

Tableau 9-35 Résultats des analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRSObis

Paramètres	Unités	02/02/22	04/03/22	24/05/22	05/10/22	09/11/22	24/11/22	16/12/22	Limites réglementaires au BDS
<b>METAUX LOURDS</b>									
Bore	µg/L	13 +/- 1	17 +/- 1	18 +/- 1	23 +/- 1	16 +/- 1	15 +/- 1	13 +/- 1	5000
Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	20
Chrome	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	50
Mercure	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Nickel	µg/L	<1	<1	<1	1,00 +/- 0,09	<1	<1	<1	500
Plomb	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	50
Uranium	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	50
<b>MICROPOLLUANTS</b>									
Cyanures	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	100
<b>HAP</b>									
Benzo(a)pyrène	µg/L	<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	
Fluoranthène	µg/L	<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	
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<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	
Somme des HAP	µg/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	

### 9.8.8 Résultats du point de contrôle BRS-OU

Tableau 9-36 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 Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS-OU	05/01/22	1,0E+00	3,7E+01	9,8E+04	670	7,6	20
	12/01/22	5,4E-01	3,4E+01	9,6E+04	540	7,6	24
	19/01/22	7,9E-01	3,6E+01	1,1E+05	520	7,4	32
	26/01/22	1,6E+00	4,0E+01	8,4E+04	670	8,3	27
	01/02/22	1,2E+00	4,0E+01	8,7E+04	660	8,3	25
	08/02/22	1,2E+00	4,3E+01	1,1E+05	680	8,4	19
	15/02/22	9,4E-01	4,5E+01	1,1E+05	670	8,2	18
	22/02/22	8,0E-01	4,8E+01	8,8E+04	610	8,1	22
	01/03/22	9,8E-01	4,7E+01	8,5E+04	600	7,7	27
	08/03/22	8,8E-01	4,6E+01	8,2E+04	590	8,0	29
	15/03/22	9,8E-01	4,8E+01	7,0E+04	600	8,0	24
	22/03/22	8,5E-01	4,3E+01	8,2E+04	510	8,2	22
	29/03/22	9,2E-01	4,3E+01	9,8E+04	650	8,1	25
	05/04/22	9,7E-01	4,2E+01	9,2E+04	610	8,4	33
	12/04/22	1,2E+00	4,6E+01	9,3E+04	700	8,4	24
	19/04/22	1,2E+00	4,7E+01	1,0E+05	770	8,3	24
	26/04/22	1,0E+00	4,8E+01	5,7E+04	690	7,9	18
	03/05/22	1,0E+00	5,0E+01	1,2E+05	700	8,5	15
	10/05/22	1,3E+00	5,3E+01	1,0E+05	840	7,7	18
	17/05/22	1,2E+00	4,7E+01	1,2E+05	760	8,0	12
	24/05/22	1,1E+00	5,2E+01	1,1E+05	920	7,8	15
	31/05/22	1,2E+00	5,3E+01	1,1E+05	880	7,7	15
	07/06/22	1,0E+00	5,2E+01	1,2E+05	880	8,5	20
	14/06/22	1,2E+00	4,7E+01	1,3E+05	780	8,3	16
	21/06/22	1,0E+00	4,8E+01	1,3E+05	790	8,2	13
	28/06/22	9,6E-01	4,7E+01	1,3E+05	750	8,5	13
	05/07/22	9,7E-01	4,6E+01	1,2E+05	830	8,3	20
	12/07/22	1,0E+00	4,6E+01	1,2E+05	760	8,4	21
	19/07/22	1,2E+00	5,1E+01	1,3E+05	880	7,7	14
	26/07/22	8,7E-01	4,5E+01	1,4E+05	760	8,4	10
	02/08/22	9,8E-01	4,9E+01	1,4E+05	820	8,3	20
	09/08/22	1,4E+00	5,7E+01	1,3E+05	1100	8,3	12
	16/08/22	1,1E+00	5,5E+01	1,2E+05	1030	8,4	10
	23/08/22	9,0E-01	4,9E+01	1,1E+05	1040	8,1	12
	30/08/22	9,5E-01	5,2E+01	1,0E+05	1060	8,4	19
	06/09/22	9,4E-01	5,1E+01	9,2E+04	990	7,9	18
	13/09/22	1,4E+00	4,8E+01	9,4E+04	730	8,3	12
	20/09/22	1,2E+00	4,7E+01	8,7E+04	750	8,0	10
	27/09/22	9,9E-01	4,7E+01	1,0E+05	820	8,3	23
	04/10/22	6,5E-01	4,0E+01	1,0E+05	670	8,0	18
11/10/22	7,3E-01	4,0E+01	1,1E+05	670	8,2	11	
18/10/22	1,0E+00	4,0E+01	1,1E+05	520	8,0	16	
25/10/22	9,1E-01	4,3E+01	1,1E+05	650	8,4	30	
02/11/22	1,1E+00	4,3E+01	1,0E+05	610	8,5	NR	
08/11/22	1,1E+00	4,2E+01	1,1E+05	600	7,8	NR	
15/11/22	9,3E-01	3,9E+01	8,8E+04	510	7,7	NR	
22/11/22	1,3E+00	3,6E+01	7,1E+04	436	8,2	NR	
29/11/22	8,3E-01	3,2E+01	5,0E+04	354	8,2	NR	
06/12/22	7,3E-01	3,3E+01	5,5E+04	418	8,2	32	
13/12/22	6,6E-01	4,1E+01	6,3E+04	416	8,0	24	
20/12/22	6,2E-01	3,9E+01	6,0E+04	372	8,3	38	
27/12/22	7,7E-01	3,1E+01	2,9E+04	366	8,5	37	
					<b>Débit moyen</b>		<b>20</b>

Tableau 9-37 Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie ouest

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS008	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,24
BRS019	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,25
BRS027	13/10/2022	1,0E+00	1,1E+02	5,4E+04	1030	8,8	0,96
BRS034	13/10/2022	5,0E-01	2,4E+01	4,0E+04	309	8,5	0,84
BRS041	13/10/2022	1,6E-01	1,4E+01	1,6E+04	89	8,0	2,26
BRS108	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,30
BRS136	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,27
BRS139	13/10/2022	8,7E-01	7,5E+01	1,3E+05	1090	9,0	0,46
BRS144	13/10/2022	7,1E-01	3,2E+01	1,2E+04	620	8,2	0,51
BRS145	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,12

Tableau 9-38 Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie centrale

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Débit mL/min
BRS038	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,35
BRS048	13/10/2022	3,1E+01	1,9E+02	6,8E+04	3650	8,1	0,44
BRS081	13/10/2022	2,7E+00	1,2E+02	6,6E+04	2470	9,2	0,62
BRS082	13/10/2022	4,8E+00	1,3E+02	9,4E+04	3100	9,6	0,58
BRS087	13/10/2022	7,9E-01	2,1E+01	1,1E+05	620	8,0	0,50
BRS088	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,35
BRS107	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,33



## 9.8.9 Résultats du point de contrôle BRS-ES

Tableau 9-39 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	05/01/22	4,00E+00	4,40E+01	4,25E+04	1260	9,3	0,5
	12/01/22	4,70E+00	5,00E+01	3,13E+04	1440	9,4	2,6
	19/01/22	4,00E+00	5,10E+01	2,35E+04	1620	9,4	2,8
	26/01/22	6,10E+00	7,40E+01	2,05E+04	2030	9,4	2,0
	01/02/22	3,60E+00	7,90E+01	2,02E+04	2240	9,4	3,0
	08/02/22	4,30E+00	8,60E+01	1,90E+04	2420	9,5	3,4
	15/02/22	3,20E+00	8,60E+01	2,32E+04	2340	9,5	3,5
	22/02/22	2,90E+00	1,01E+02	2,69E+04	2260	9,3	4,6
	01/03/22	2,80E+00	1,18E+02	3,13E+04	1940	8,9	3,6
	08/03/22	3,40E+00	1,41E+02	3,39E+04	1910	9,1	2,6
	15/03/22	3,60E+00	9,00E+01	3,41E+04	1730	9,4	3,4
	22/03/22	3,60E+00	7,60E+01	3,84E+04	1420	9,4	3,4
	29/03/22	3,30E+00	6,90E+01	3,10E+04	1310	9,3	2,4
	05/04/22	3,80E+00	6,30E+01	3,00E+04	1290	9,3	2,0
	12/04/22	2,30E+00	4,70E+01	2,93E+04	1290	9,4	3,0
	19/04/22	2,90E+00	5,00E+01	2,85E+04	1370	9,3	2,4
	26/04/22	2,30E+00	4,30E+01	2,89E+04	1310	9,4	2,8
	03/05/22	3,10E+00	4,80E+01	2,33E+04	1250	9,4	2,0
	10/05/22	3,10E+00	4,30E+01	2,77E+04	1250	9,4	2,0
	17/05/22	3,60E+00	4,90E+01	2,67E+04	1300	9,4	2,4
	24/05/22	2,80E+00	5,10E+01	2,92E+04	1360	9,4	3,2
	31/05/22	2,80E+00	5,20E+01	3,16E+04	1350	9,4	2,8
	07/06/22	2,50E+00	5,60E+01	2,60E+04	1400	9,4	2,0
	14/06/22	3,00E+00	5,20E+01	3,00E+04	1260	9,4	1,6
	21/06/22	2,30E+00	4,60E+01	4,05E+04	1180	9,4	2,0
	28/06/22	3,00E+00	4,60E+01	4,20E+04	1110	9,4	2,0
	05/07/22	3,10E+00	4,50E+01	3,72E+04	1090	9,3	2,0
	12/07/22	2,30E+00	4,30E+01	3,44E+04	1020	9,4	2,2
	19/07/22	2,60E+00	4,40E+01	3,76E+04	1080	9,3	1,4
	26/07/22	2,40E+00	4,60E+01	4,14E+04	1060	9,4	1,4
	02/08/22	2,70E+00	3,97E+01	3,53E+04	980	9,4	2,4
	09/08/22	3,00E+00	4,19E+01	3,53E+04	1120	9,4	2,0
	16/08/22	2,70E+00	4,40E+01	2,84E+04	1220	9,4	2,2
	23/08/22	2,50E+00	4,40E+01	3,14E+04	1140	9,4	2,4
	30/08/22	2,60E+00	4,03E+01	3,45E+04	1060	9,4	2,2
	06/09/22	2,60E+00	3,44E+01	3,37E+04	990	9,3	2,6
	13/09/22	2,30E+00	4,30E+01	3,01E+04	1050	9,3	2,8
	20/09/22	2,20E+00	3,97E+01	3,32E+04	1050	9,4	2,4
	27/09/22	2,10E+00	4,40E+01	2,96E+04	1150	9,4	1,4
	04/10/22	2,50E+00	4,50E+01	3,26E+04	1150	9,3	2,0
	11/10/22	3,30E+00	5,00E+01	2,90E+04	1300	9,3	0,9
	18/10/22	3,30E+00	4,90E+01	2,47E+04	1320	9,5	0,6
25/10/22	4,60E+00	8,20E+01	1,38E+04	2340	9,5	0,8	
02/11/22	3,60E+00	4,90E+01	3,76E+04	1240	9,6	1,2	
08/11/22	3,70E+00	4,70E+01	4,12E+04	1260	9,4	NR	
15/11/22	2,90E+00	5,00E+01	3,77E+04	1350	9,4	NR	
22/11/22	2,70E+00	5,20E+01	2,92E+04	1290	9,5	NR	
29/11/22	3,40E+00	6,20E+01	2,76E+04	1440	9,4	NR	
06/12/22	3,40E+00	6,00E+01	2,57E+04	1640	9,5	NR	
13/12/22	2,70E+00	7,30E+01	2,03E+04	1840	9,5	7,0	
20/12/22	2,80E+00	7,60E+01	2,17E+04	1930	9,5	4,8	
27/12/22	2,90E+00	7,40E+01	3,10E+04	1930	9,5	7,2	
Débit moyen							2,6

Tableau 9-40 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	BRS122	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,21
	BRS123	13/10/2022	6,6E+00	1,6E+01	9,4E+03	226	8,3	0,62
	BRS124	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,15
	BRS126	13/10/2022	7,8E+00	1,5E+02	6,6E+03	2310	9,3	0,48
Galerie Sud	BRS131	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,17
	BRS132	13/10/2022	NR	NR	NR	NR	NR	0,12

### 9.8.10 Résultats des eaux souterraines

Tableau 9-41 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre (1/4)

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	06/01/2022	Mensuelle	9,1E-02	1,4E-01	4,3E+00	1,06	5,3	165,21	3,3E+00
	02/02/2022	Mensuelle	1,2E-01	1,2E-01	4,7E+00	0,94	5,2	165,30	
	02/03/2022	Mensuelle	1,4E-01	1,7E-01	3,3E+00	1,06	5,2	165,52	
	06/04/2022	Mensuelle	9,3E-02	1,6E-01	2,6E+00	0,93	5,2	165,04	
	05/05/2022	Mensuelle	8,0E-02	1,9E-01	3,9E+00	0,96	5,1	164,13	
	01/06/2022	Mensuelle	8,4E-02	1,5E-01	3,1E+00	0,95	5,0	163,35	
	01/07/2022	Mensuelle	1,0E-01	1,6E-01	2,6E+00	1,05	5,1	162,81	
	04/08/2022	Mensuelle	1,4E-01	2,7E-01	4,1E+00	0,96	5,1	162,06	
	01/09/2022	Mensuelle	1,1E-01	1,4E-01	3,1E+00	1,07	5,1	161,69	
	06/10/2022	Mensuelle	9,1E-02	1,8E-01	3,5E+00	1,00	5,6	161,90	
04/11/2022	Mensuelle	2,2E-01	2,2E-01	≤ 2,4E+00	1,19	5,1	162,73	≤ 2,1E+00	
01/12/2022	Mensuelle	8,2E-02	1,5E-01	2,5E+00	1,02	5,3	165,06		
PO031	01/02/2022	Semestrielle	3,6E-02	1,4E-01	≤ 2,1E+00	1,94	5,7	165,21	≤ 2,1E+00
	04/08/2022	Semestrielle	5,5E-02	1,4E-01	≤ 2,1E+00	2,34	5,6	162,01	
PO120	06/01/2022	Mensuelle	1,3E-01	3,4E-01	1,1E+04	0,74	5,9	147,90	1,2E+04
	01/02/2022	Mensuelle	2,6E-01	3,6E-01	6,5E+03	0,80	5,6	148,21	
	02/03/2022	Mensuelle	1,8E-01	3,7E-01	1,0E+04	0,73	5,5	148,18	
	05/04/2022	Mensuelle	2,2E-01	3,0E-01	4,8E+03	0,78	5,7	147,83	
	03/05/2022	Mensuelle	2,1E-01	3,0E-01	8,0E+03	0,65	5,8	147,13	
	01/06/2022	Mensuelle	2,3E-01	3,9E-01	1,1E+04	0,73	5,3	146,50	
	05/07/2022	Mensuelle	2,4E-01	4,0E-01	1,4E+04	0,82	5,5	146,10	
	02/08/2022	Mensuelle	1,9E-01	3,6E-01	1,5E+04	0,77	5,9	145,74	
	01/09/2022	Mensuelle	1,9E-01	4,3E-01	1,4E+04	0,82	5,4	145,72	
	05/10/2022	Mensuelle	2,0E-01	4,6E-01	1,6E+04	0,77	5,8	145,99	
04/11/2022	Mensuelle	1,9E-01	4,3E-01	1,8E+04	0,86	5,5	146,54	3,3E+04	
01/12/2022	Mensuelle	2,5E-01	7,2E-01	1,5E+04	1,08	6,1	147,64		
PO131	01/02/2022	Bimestrielle	1,3E-01	2,8E-01	3,8E+04	1,81	6,2	151,40	3,3E+04
	05/04/2022	Bimestrielle	1,2E-01	3,2E-01	3,3E+04	1,80	6,4	151,09	
	01/06/2022	Bimestrielle	8,0E-02	2,9E-01	3,4E+04	1,67	6,6	150,44	
	02/08/2022	Bimestrielle	1,2E-01	3,0E-01	3,3E+04	1,99	6,6	150,15	
	05/10/2022	Bimestrielle	1,1E-01	3,7E-01	3,2E+04	2,20	6,6	150,47	
06/12/2022	Bimestrielle	1,2E-01	4,1E-01	2,9E+04	3,20	6,5	151,41	1,8E+03	
01/02/2022	Bimestrielle	9,3E-02	1,9E-01	1,6E+03	0,65	5,3	146,81		
05/04/2022	Bimestrielle	1,0E-01	2,7E-01	1,4E+03	0,70	5,2	146,31		
01/06/2022	Bimestrielle	9,1E-02	2,1E-01	1,5E+03	0,73	5,2	145,00		
02/08/2022	Bimestrielle	1,2E-01	2,3E-01	2,1E+03	0,68	5,5	144,19		
05/10/2022	Bimestrielle	9,0E-02	1,9E-01	1,9E+03	0,63	5,5	144,93	9,6E+02	
06/12/2022	Bimestrielle	8,5E-02	1,7E-01	2,1E+03	0,65	5,5	146,64		
PO133	02/02/2022	Bimestrielle	5,1E-02	1,3E-01	9,2E+02	1,61	5,5	146,69	9,6E+02
	06/04/2022	Bimestrielle	4,4E-02	1,1E-01	5,0E+02	1,56	5,3	146,27	
	01/06/2022	Bimestrielle	3,0E-02	1,2E-01	5,5E+02	1,59	5,7	144,89	
	04/08/2022	Bimestrielle	4,8E-02	1,1E-01	2,1E+03	1,71	5,7	144,06	
	06/10/2022	Bimestrielle	4,0E-02	1,4E-01	1,5E+03	1,78	6,0	144,85	
	07/12/2022	Bimestrielle	4,3E-02	8,5E-02	2,0E+02	1,39	5,9	146,56	
	06/01/2022	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,2E-01	7,8E+02	1,91	6,3	146,11	
01/02/2022	Mensuelle	≤ 1,4E-02	6,8E-02	1,7E+02	1,94	6,0	145,51		
02/03/2022	Mensuelle	2,2E-02	1,2E-01	3,6E+02	2,19	6,0	146,20		
05/04/2022	Mensuelle	1,6E-02	6,8E-02	1,6E+02	2,14	6,0	145,12		
03/05/2022	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,6E+02	2,00	6,1	144,57		
01/06/2022	Mensuelle	2,1E-02	8,5E-02	3,2E+02	2,19	6,1	144,14		
05/07/2022	Mensuelle	2,4E-02	1,3E-01	3,1E+02	2,29	5,9	143,85		
02/08/2022	Mensuelle	2,7E-02	1,0E-01	3,1E+02	2,37	6,2	143,50		
01/09/2022	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,0E-01	1,7E+02	2,45	5,9	143,83		
05/10/2022	Mensuelle	2,5E-02	7,9E-02	9,6E+01	2,28	6,2	144,78		
04/11/2022	Mensuelle	2,4E-02	9,9E-02	1,2E+02	2,22	6,0	144,57	4,1E+02	
01/12/2022	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,1E-01	4,9E+01	2,29	6,5	145,96		
02/02/2022	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	7,2E-02	2,8E+02	0,50	5,9	152,98		
06/04/2022	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	9,4E-02	2,4E+02	0,55	6,0	152,56		
01/06/2022	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	4,9E+02	0,57	5,8	151,84		
04/08/2022	Bimestrielle	3,8E-02	1,2E-01	8,6E+02	0,68	6,1	151,57	4,1E+02	
06/10/2022	Bimestrielle	4,2E-02	9,9E-02	3,8E+02	0,56	6,6	152,61		
07/12/2022	Bimestrielle	1,9E-02	2,2E-01	2,1E+02	2,99	6,3	153,95		

Tableau 9-41 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre (2/4)

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	06/01/22	Mensuelle	4,4E-02	2,2E-01	2,3E+02	4,43	5,8	145,97	3,0E+03
	02/02/22	Mensuelle	4,9E-02	2,7E-01	2,8E+03	4,06	5,6	145,53	
	02/03/22	Mensuelle	5,7E-02	3,1E-01	2,6E+03	4,06	5,6	145,98	
	06/04/22	Mensuelle	4,2E-02	3,3E-01	4,1E+03	3,01	5,7	145,13	
	05/05/22	Mensuelle	3,0E-02	2,4E-01	2,5E+03	3,26	5,4	144,40	
	01/06/22	Mensuelle	2,3E-02	2,2E-01	3,8E+03	2,63	5,7	143,92	
	01/07/22	Mensuelle	3,7E-02	2,2E-01	<b>4,3E+03</b>	2,29	5,7	143,60	
	02/08/22	Mensuelle	3,8E-02	1,8E-01	<b>4,3E+03</b>	1,71	5,8	143,18	
	01/09/22	Mensuelle	4,2E-02	1,8E-01	4,0E+03	1,92	5,6	143,41	
	06/10/22	Mensuelle	3,3E-02	1,9E-01	3,7E+03	2,11	5,8	144,10	
04/11/22	Mensuelle	3,4E-02	1,9E-01	3,0E+03	2,64	5,6	145,59	3,9E+03	
08/12/22	Mensuelle	3,2E-02	2,7E-01	3,3E+02	3,56	5,6	145,44		
06/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,5E-01	4,2E+03	2,26	6,2	146,35		
02/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	4,1E+03	1,97	6,4	146,55		
02/03/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,5E-01	3,9E+03	2,10	6,0	146,53		
06/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,5E-01	3,8E+03	1,72	6,0	145,86		
05/05/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,7E-01	3,6E+03	1,93	5,9	144,78		
01/06/22	Mensuelle	1,6E-02	1,7E-01	3,6E+03	2,00	5,7	144,02		
01/07/22	Mensuelle	≤ 1,2E-02	1,8E-01	3,6E+03	2,12	5,9	143,48		
02/08/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	2,0E-01	3,7E+03	2,18	6,7	142,93		
01/09/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,6E-01	3,8E+03	2,36	5,9	142,97	5,8E+02	
06/10/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,7E-01	<b>4,3E+03</b>	2,37	6,1	143,43		
04/11/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,6E-01	4,0E+03	2,04	6,4	143,86		
07/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,5E-01	3,6E+03	2,17	6,5	146,04		
06/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,7E-01	5,4E+02	2,80	5,6	146,37		
02/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,7E-01	3,2E+02	2,66	5,5	146,84		
02/03/22	Mensuelle	1,7E-02	1,8E-01	3,2E+02	2,73	5,5	146,63		
06/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	3,6E+02	2,57	5,4	145,94		
05/05/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,6E-01	4,4E+02	2,80	5,3	144,64		
01/06/22	Mensuelle	1,8E-02	1,8E-01	4,2E+02	2,61	5,6	143,70		
01/07/22	Mensuelle	2,6E-02	1,7E-01	4,2E+02	2,92	5,4	143,03	5,1E+02	
02/08/22	Mensuelle	1,6E-02	1,9E-01	4,3E+02	3,04	5,6	142,42		
01/09/22	Mensuelle	2,4E-02	1,7E-01	3,9E+02	3,09	5,7	142,32		
06/10/22	Mensuelle	2,3E-02	1,4E-01	3,6E+02	2,72	5,7	142,68		
04/11/22	Mensuelle	2,8E-02	1,7E-01	7,1E+02	3,10	5,9	143,15		
07/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,5E-01	<b>2,3E+03</b>	2,90	5,6	145,92		
06/01/22	Mensuelle	8,1E-02	2,9E-01	2,7E+02	3,55	6,5	146,32		
02/02/22	Mensuelle	1,0E-01	2,3E-01	<b>1,1E+03</b>	2,57	6,0	146,81		
02/03/22	Mensuelle	7,5E-02	2,5E-01	6,6E+02	2,82	6,1	146,61		
06/04/22	Mensuelle	8,4E-02	2,3E-01	7,9E+02	2,39	6,0	145,93		
05/05/22	Mensuelle	2,8E-02	1,8E-01	7,6E+02	2,36	5,6	144,60	1,9E+03	
01/06/22	Mensuelle	3,2E-02	2,9E-01	5,1E+02	2,43	6,1	143,67		
01/07/22	Mensuelle	4,3E-02	3,1E-01	2,3E+02	2,92	5,8	143,00		
02/08/22	Mensuelle	4,4E-02	2,7E-01	2,9E+02	3,14	6,2	142,40		
01/09/22	Mensuelle	5,0E-02	3,0E-01	4,4E+02	3,18	5,8	142,28		
06/10/22	Mensuelle	1,0E-01	3,3E-01	3,8E+02	3,37	6,2	142,64		
04/11/22	Mensuelle	6,1E-02	3,0E-01	3,8E+02	3,32	6,3	143,08		
01/12/22	Mensuelle	9,3E-02	3,7E-01	2,7E+02	3,66	6,8	145,56		
06/01/22	Mensuelle	2,4E-02	3,8E-01	1,5E+03	2,62	5,9	146,46		
02/02/22	Mensuelle	2,1E-02	5,0E-01	7,3E+02	2,66	5,8	146,96		1,3E+02
02/03/22	Mensuelle	2,2E-02	5,2E-01	5,9E+02	2,88	5,8	146,78		
06/04/22	Mensuelle	3,1E-02	4,2E-01	1,1E+03	2,57	5,6	146,12		
05/05/22	Mensuelle	3,2E-02	4,0E-01	3,7E+02	2,71	5,4	144,87		
01/06/22	Mensuelle	2,6E-02	2,8E-01	1,2E+03	2,61	5,6	143,96		
01/07/22	Mensuelle	3,0E-02	2,4E-01	1,9E+03	2,38	5,6	143,32		
02/08/22	Mensuelle	2,5E-02	2,1E-01	2,6E+03	2,27	6,0	142,73		
01/09/22	Mensuelle	2,9E-02	2,2E-01	3,0E+03	2,36	5,9	142,66		
06/10/22	Mensuelle	3,6E-02	1,6E-01	<b>3,4E+03</b>	2,03	6,1	143,05		
04/11/22	Mensuelle	2,6E-02	1,8E-01	3,0E+03	2,13	5,8	143,46		
01/12/22	Mensuelle	3,0E-02	2,4E-01	2,8E+03	2,20	6,0	145,77	1,3E+02	
02/02/22	Bimestrielle	6,1E-02	1,3E-01	6,6E+01	1,94	5,3	153,14		
01/04/22	Bimestrielle	5,0E-02	2,0E-01	3,1E+01	2,14	5,4	152,27		
01/06/22	Bimestrielle	4,2E-02	1,7E-01	3,3E+01	2,26	5,2	148,93		
02/08/22	Bimestrielle	5,1E-02	2,1E-01	8,5E+01	2,18	5,8	146,79		
06/10/22	Bimestrielle	4,6E-02	1,9E-01	1,1E+02	2,20	5,6	146,39		
07/12/22	Bimestrielle	1,4E-02	1,8E-01	<b>4,5E+02</b>	1,99	5,7	151,28		

Tableau 9-41 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre (3/4)

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	02/02/22	Bimestrielle	9,3E-02	1,8E-01	1,6E+02	0,80	5,5	154,71	8,1E+02
	01/04/22	Bimestrielle	7,3E-02	1,4E-01	3,7E+02	0,93	5,8	154,06	
	01/06/22	Bimestrielle	6,6E-02	1,6E-01	1,3E+03	0,88	5,5	151,21	
	02/08/22	Bimestrielle	9,1E-02	1,4E-01	<b>1,8E+03</b>	1,05	6,2	149,48	
	06/10/22	Bimestrielle	6,6E-02	1,5E-01	1,2E+03	0,77	6,0	149,32	
07/12/22	Bimestrielle	5,6E-02	1,5E-01	1,3E+02	1,14	6,2	154,27		
PO150	01/02/22	Bimestrielle	9,0E-02	2,1E-01	1,6E+01	1,94	6,8	156,42	1,6E+01
	05/04/22	Bimestrielle	1,0E-01	1,8E-01	1,9E+01	1,89	6,6	156,01	
	01/06/22	Bimestrielle	1,3E-01	2,6E-01	1,8E+01	2,11	6,7	155,05	
	02/08/22	Bimestrielle	1,7E-01	4,0E-01	1,8E+01	2,94	6,7	154,56	
	06/10/22	Bimestrielle	9,3E-02	3,0E-01	<b>2,1E+01</b>	2,90	6,5	155,15	
07/12/22	Bimestrielle	9,1E-02	3,6E-01	2,7E+00	2,15	6,9	156,92		
PO151	01/02/22	Bimestrielle	1,6E-02	7,3E-02	3,2E+00	0,73	6,2	156,22	5,0E+00
	05/04/22	Bimestrielle	2,5E-02	9,1E-02	4,6E+00	0,85	6,1	155,87	
	01/06/22	Bimestrielle	1,8E-02	9,1E-02	4,3E+00	0,88	6,5	154,99	
	02/08/22	Bimestrielle	2,5E-02	7,4E-02	<b>8,3E+00</b>	0,96	6,4	154,50	
	06/10/22	Bimestrielle	3,1E-02	6,4E-02	6,0E+00	0,85	6,1	155,30	
07/12/22	Bimestrielle	1,7E-02	4,0E-01	3,6E+00	1,08	6,5	156,79		
PO152	01/02/22	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	4,6E-02	3,0E+01	0,88	6,4	156,24	3,5E+01
	05/04/22	Bimestrielle	2,7E-02	6,7E-02	3,6E+01	0,93	6,7	155,90	
	01/06/22	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	6,7E-02	4,2E+01	0,88	6,1	155,00	
	02/08/22	Bimestrielle	2,7E-02	6,1E-02	<b>4,4E+01</b>	1,14	6,8	154,50	
	05/10/22	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	3,6E-02	3,5E+01	0,92	6,3	155,32	
08/12/22	Bimestrielle	1,9E-02	2,2E-01	2,2E+01	1,40	6,7	156,81		
PO153	01/02/22	Bimestrielle	3,1E-02	1,0E-01	<b>1,9E+03</b>	2,73	6,9	154,92	1,4E+03
	05/04/22	Bimestrielle	4,8E-02	1,5E-01	1,5E+03	3,01	6,9	154,42	
	01/06/22	Bimestrielle	7,2E-02	1,6E-01	1,9E+03	2,97	6,6	153,42	
	02/08/22	Bimestrielle	5,5E-02	2,0E-01	1,6E+03	3,04	6,9	153,04	
	05/10/22	Bimestrielle	3,4E-02	1,6E-01	7,4E+02	3,08	7,2	155,44	
06/12/22	Bimestrielle	3,7E-02	1,5E-01	8,0E+02	3,18	7,2	156,19		
PO154	02/02/22	Bimestrielle	1,4E-01	4,0E-01	6,6E+00	5,29	7,3	157,20	5,1E+00
	01/04/22	Bimestrielle	2,0E-01	3,6E-01	3,1E+00	4,24	6,9	156,47	
	01/06/22	Bimestrielle	2,4E-01	4,1E-01	7,2E+00	3,62	7,1	154,33	
	02/08/22	Bimestrielle	2,9E-01	4,6E-01	<b>9,3E+00</b>	2,75	6,8	153,32	
	06/10/22	Bimestrielle	3,2E-01	6,3E-01	≤ 2,1E+00	7,50	7,5	154,48	
07/12/22	Bimestrielle	2,3E-01	5,2E-01	≤ 2,4E+00	7,40	7,9	158,70		
PO155	01/02/22	Bimestrielle	3,6E-02	8,1E-02	8,6E+00	0,65	6,3	157,77	2,2E+01
	06/04/22	Bimestrielle	3,1E-02	8,6E-02	1,7E+01	0,70	6,1	156,90	
	01/06/22	Bimestrielle	3,8E-02	8,7E-02	2,1E+01	0,65	6,0	155,01	
	04/08/22	Bimestrielle	4,8E-02	1,0E-01	<b>4,5E+01</b>	0,77	5,9	154,01	
	06/10/22	Bimestrielle	3,4E-02	5,6E-02	3,6E+01	0,70	6,1	154,59	
08/12/22	Bimestrielle	4,3E-02	1,7E-01	2,2E+00	2,99	6,5	158,55		
PO156	01/02/22	Bimestrielle	7,6E-02	1,2E-01	3,6E+01	1,33	6,2	157,97	3,8E+02
	06/04/22	Bimestrielle	7,8E-02	1,4E-01	1,1E+02	0,85	6,2	157,12	
	01/06/22	Bimestrielle	8,2E-02	1,8E-01	<b>1,0E+03</b>	0,80	6,3	155,21	
	04/08/22	Bimestrielle	1,2E-01	1,7E-01	7,1E+02	0,86	6,5	154,21	
	06/10/22	Bimestrielle	8,1E-02	1,5E-01	3,7E+02	0,70	6,1	154,73	
07/12/22	Bimestrielle	3,0E-02	2,0E-01	1,2E+01	4,44	6,6	158,70		
PO157	01/02/22	Bimestrielle	7,7E-02	1,1E-01	1,8E+01	1,36	7,1	159,50	6,0E+01
	06/04/22	Bimestrielle	3,2E-02	1,2E-01	3,7E+01	1,48	6,7	158,85	
	01/06/22	Bimestrielle	3,8E-02	1,8E-01	6,3E+01	1,27	6,6	156,75	
	04/08/22	Bimestrielle	3,6E-02	9,6E-02	<b>1,5E+02</b>	1,24	6,6	155,60	
	06/10/22	Bimestrielle	2,2E-02	5,5E-02	6,8E+01	1,22	6,7	156,33	
07/12/22	Bimestrielle	6,0E-02	1,4E-01	1,8E+01	1,39	7,1	160,11		
PO158	01/02/22	Bimestrielle	5,5E-02	7,2E-02	1,6E+01	0,80	6,6	159,90	1,2E+01
	06/04/22	Bimestrielle	5,3E-02	1,1E-01	1,5E+01	0,85	6,8	159,19	
	01/06/22	Bimestrielle	6,5E-02	1,1E-01	5,1E+00	0,88	6,3	157,03	
	04/08/22	Bimestrielle	5,3E-02	1,6E-01	6,2E+00	0,86	6,5	155,91	
	06/10/22	Bimestrielle	5,5E-02	1,5E-01	1,5E+01	0,92	6,5	157,89	
07/12/22	Bimestrielle	1,7E-02	8,8E-02	<b>1,6E+01</b>	1,14	7,0	160,66		
PO159	01/02/22	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	4,6E-02	≤ 2,1E+00	0,96	6,7	160,02	2,8E+00
	06/04/22	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	4,5E-02	2,2E+00	1,01	6,8	159,27	
	01/06/22	Bimestrielle	≤ 1,4E-02	4,8E-02	3,5E+00	1,11	6,5	157,01	
	04/08/22	Bimestrielle	2,7E-02	6,5E-02	<b>4,7E+00</b>	1,61	6,5	155,91	
	06/10/22	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	6,5E-02	≤ 2,4E+00	1,15	6,5	158,34	
07/12/22	Bimestrielle	≤ 1,3E-02	1,1E-01	≤ 2,1E+00	1,06	6,6	160,91		
PO160	01/02/22	Semestrielle	2,9E-01	1,7E-01	<b>3,9E+00</b>	0,96	6,1	160,14	≤ 3,2E+00
	04/08/22	Semestrielle	1,2E-01	1,5E-01	≤ 2,4E+00	0,86	6,1	156,24	

Tableau 9-41 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre (4/4)

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	01/02/22	Semestrielle	4,8E-01	2,2E-01	4,5E+00	0,50	6,1	160,11	3,4E+00		
	04/08/22	Semestrielle	1,6E-01	2,3E-01	≤ 2,2E+00	0,77	6,3	156,20			
PO162	02/02/22	Semestrielle	5,5E-02	1,5E-01	≤ 2,3E+00	0,94	6,6	159,78	≤ 2,3E+00		
	02/08/22	Semestrielle	7,4E-02	1,4E-01	≤ 2,2E+00	1,05	6,7	156,11			
PO170	01/02/22	Semestrielle	2,6E-01	3,7E-01	≤ 2,2E+00	2,29	5,8	165,14	≤ 2,4E+00		
	04/08/22	Semestrielle	1,5E-01	2,6E-01	2,5E+00	1,90	5,4	161,98			
PO171	01/02/22	Bimestrielle	5,7E-02	8,8E-02	8,6E+01	1,61	6,2	152,23	7,0E+01		
	05/04/22	Bimestrielle	7,2E-02	1,2E-01	6,0E+01	1,80	6,2	152,15			
	01/06/22	Bimestrielle	4,2E-02	1,0E-01	9,1E+01	1,75	6,4	152,00			
	04/08/22	Bimestrielle	6,3E-02	1,4E-01	7,1E+01	1,99	6,7	151,90			
	04/10/22	Bimestrielle	5,3E-02	9,2E-02	6,3E+01	1,95	6,2	152,01			
PO172	07/12/22	Bimestrielle	3,0E-02	9,7E-02	5,0E+01	1,91	6,5	152,28	1,0E+02		
	06/01/22	Mensuelle	6,3E-02	1,5E-01	1,0E+02	1,73	6,4	151,99			
	01/02/22	Mensuelle	5,1E-02	9,6E-02	8,8E+01	1,52	6,4	151,95			
	02/03/22	Mensuelle	4,5E-02	1,0E-01	1,1E+02	1,66	6,1	152,05			
	05/04/22	Mensuelle	2,5E-02	1,1E-01	8,1E+01	1,48	6,4	151,93			
	05/05/22	Mensuelle	3,0E-02	1,2E-01	9,8E+01	1,68	5,9	151,89			
	01/06/22	Mensuelle	4,6E-02	1,1E-01	1,1E+02	1,68	6,1	151,82			
	05/07/22	Mensuelle	3,0E-02	9,9E-02	1,1E+02	1,78	6,2	151,77			
	04/08/22	Mensuelle	4,8E-02	7,1E-02	1,1E+02	1,80	6,4	151,76			
	01/09/22	Mensuelle	5,5E-02	9,8E-02	1,1E+02	1,92	6,1	151,80			
	06/10/22	Mensuelle	3,5E-02	1,3E-01	1,2E+02	1,78	6,2	151,85			
PO173	04/11/22	Mensuelle	3,7E-02	1,2E-01	9,8E+01	1,78	6,3	151,87	≤ 2,1E+00		
	01/12/22	Mensuelle	5,2E-02	9,7E-02	1,3E+02	1,77	6,4	152,12			
	06/01/22	Mensuelle	4,6E-02	1,4E-01	≤ 2,1E+00	1,82	6,6	152,08			
	01/02/22	Mensuelle	3,8E-02	1,1E-01	≤ 2,4E+00	1,73	6,9	152,02			
	02/03/22	Mensuelle	3,6E-02	1,8E-01	≤ 2,1E+00	1,89	6,7	152,08			
	05/04/22	Mensuelle	5,7E-02	1,3E-01	≤ 2,2E+00	1,72	6,3	151,96			
	03/05/22	Mensuelle	3,6E-02	1,3E-01	≤ 2,1E+00	1,59	6,6	151,89			
	01/06/22	Mensuelle	2,6E-02	1,0E-01	≤ 2,1E+00	1,67	7,0	151,78			
	05/07/22	Mensuelle	3,5E-02	1,0E-01	≤ 2,2E+00	1,78	6,3	151,80			
	04/08/22	Mensuelle	4,9E-02	1,4E-01	≤ 2,0E+00	2,08	6,7	151,75			
PO174	01/09/22	Mensuelle	3,1E-02	1,2E-01	≤ 2,1E+00	2,00	6,5	151,76	8,1E+00		
	06/10/22	Mensuelle	2,0E-02	7,8E-02	≤ 2,5E+00	1,78	6,4	151,80			
	04/11/22	Mensuelle	2,6E-02	1,5E-01	≤ 2,1E+00	2,01	6,4	151,88			
	01/12/22	Mensuelle	5,0E-02	1,3E-01	≤ 1,8E+00	1,85	6,6	152,13			
	06/01/22	Mensuelle	3,1E-02	1,2E-01	9,5E+00	1,48	6,3	156,35			
	01/02/22	Mensuelle	3,4E-02	1,1E-01	7,7E+00	1,28	6,3	156,14			
	02/03/22	Mensuelle	7,1E-02	1,4E-01	7,0E+00	1,63	6,5	156,21			
	05/04/22	Mensuelle	4,4E-02	9,3E-02	7,3E+00	1,40	6,2	155,76			
	03/05/22	Mensuelle	1,1E-01	1,9E-01	1,3E+01	1,59	6,5	155,33			
	01/06/22	Mensuelle	4,7E-02	2,4E-01	9,0E+00	1,92	6,4	154,85			
PO175	05/07/22	Mensuelle	6,3E-02	1,8E-01	5,7E+00	1,95	6,1	154,63	≤ 2,1E+00		
	02/08/22	Mensuelle	6,3E-02	2,6E-01	9,3E+00	1,61	6,5	154,48			
	01/09/22	Mensuelle	5,9E-02	1,7E-01	6,9E+00	1,66	6,1	154,37			
	06/10/22	Mensuelle	3,8E-02	1,8E-01	5,8E+00	1,62	6,4	154,81			
	04/11/22	Mensuelle	8,2E-02	1,9E-01	8,2E+00	1,66	6,3	155,41			
	01/12/22	Mensuelle	8,9E-02	2,1E-01	8,6E+00	2,29	6,7	156,62			
	02/02/22	Semestrielle	8,3E-02	1,6E-01	≤ 2,1E+00	1,04	5,8	159,31			
	02/08/22	Semestrielle	1,6E-01	3,0E-01	≤ 2,1E+00	1,52	6,2	156,01			
	PO176	02/02/22	Semestrielle	5,3E-02	1,1E-01	≤ 2,3E+00	1,20	6,0		162,41	≤ 2,2E+00
		02/08/22	Semestrielle	6,6E-02	1,2E-01	≤ 2,1E+00	1,52	6,3		159,77	
PO177	02/02/22	Semestrielle	2,3E-02	1,3E-01	≤ 2,3E+00	1,52	6,1	165,07	≤ 2,2E+00		
	02/08/22	Semestrielle	5,2E-02	1,1E-01	≤ 2,1E+00	1,99	5,7	161,98			
PO178	02/02/22	Semestrielle	4,0E-02	9,2E-02	5,2E+00	0,80	5,5	165,28	4,0E+00		
	04/08/22	Semestrielle	8,5E-02	1,5E-01	2,8E+00	0,86	5,8	162,07			
PO179	02/02/22	Semestrielle	7,8E-02	1,1E-01	≤ 2,2E+00	1,04	5,5	165,22	≤ 2,2E+00		
	04/08/22	Semestrielle	7,9E-02	1,2E-01	≤ 2,1E+00	1,71	5,6	162,04			
PO180	06/01/22	Mensuelle	7,2E-02	1,7E-01	1,1E+03	2,17	6,7	145,98	1,1E+03		
	01/02/22	Mensuelle	6,8E-02	2,0E-01	1,4E+03	2,20	6,2	145,40			
	02/03/22	Mensuelle	7,7E-02	1,7E-01	1,1E+03	2,60	6,4	146,06			
	01/04/22	Mensuelle	8,9E-02	1,8E-01	1,2E+03	2,31	6,5	145,12			
	03/05/22	Mensuelle	8,3E-02	2,2E-01	1,4E+03	2,17	6,6	144,48			
	01/06/22	Mensuelle	9,3E-02	2,6E-01	1,4E+03	2,34	6,2	144,05			
	05/07/22	Mensuelle	7,6E-02	2,0E-01	1,2E+03	2,29	6,2	143,76			
	02/08/22	Mensuelle	1,0E-01	2,3E-01	1,2E+03	2,27	6,6	143,41			
	01/09/22	Mensuelle	1,1E-01	2,4E-01	1,1E+03	2,45	6,1	143,74			
	05/10/22	Mensuelle	8,3E-02	2,2E-01	9,4E+02	2,37	6,3	144,66			
	04/11/22	Mensuelle	7,4E-02	2,2E-01	7,3E+02	2,82	6,3	145,11			
01/12/22	Mensuelle	5,9E-02	4,9E-01	5,4E+02	3,20	6,5	145,81				

Tableau 9-42 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre (1/4)

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	05/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,0E-01	4,7E+01	1,91	6,2	146,17	1,2E+02
	03/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,2E-01	4,8E+01	2,06	6,3	146,78	
	03/03/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,1E-01	4,1E+01	2,28	6,0	146,65	
	05/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	8,9E-02	3,5E+01	2,14	6,0	145,86	
	05/05/22	Mensuelle	2,6E-02	1,4E-01	1,3E+02	2,10	5,8	144,52	
	02/06/22	Mensuelle	1,6E-02	1,1E-01	7,0E+01	2,02	5,9	143,59	
	06/07/22	Mensuelle	3,3E-02	1,1E-01	9,0E+01	2,21	5,7	142,86	
	03/08/22	Mensuelle	2,3E-02	1,6E-01	8,3E+01	2,18	6,1	142,34	
	01/09/22	Mensuelle	2,0E-02	1,5E-01	1,7E+02	2,18	6,0	142,25	
	04/10/22	Mensuelle	1,8E-02	1,5E-01	4,9E+02	2,37	5,9	142,54	
04/11/22	Mensuelle	1,4E-02	1,2E-01	2,0E+02	2,73	6,1	143,05	2,6E+02	
08/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,1E-01	7,2E+01	2,53	6,4	146,01		
05/01/22	Mensuelle	1,8E-01	3,9E-01	2,8E+02	3,17	6,1	150,89		
03/02/22	Mensuelle	1,5E-01	2,1E-01	3,4E+02	2,84	5,7	151,69		
03/03/22	Mensuelle	1,4E-01	2,3E-01	3,4E+02	3,01	5,6	151,34		
05/04/22	Mensuelle	1,4E-01	2,3E-01	3,2E+02	2,83	5,5	150,80		
05/05/22	Mensuelle	1,5E-01	2,7E-01	3,0E+02	3,07	5,3	150,31		
02/06/22	Mensuelle	1,3E-01	2,9E-01	3,0E+02	2,99	5,7	148,11		
06/07/22	Mensuelle	1,4E-01	2,2E-01	2,5E+02	3,01	5,4	147,05		
03/08/22	Mensuelle	1,4E-01	2,9E-01	2,5E+02	3,14	5,7	146,27		
01/09/22	Mensuelle	1,3E-01	2,8E-01	2,2E+02	3,18	5,5	145,84	3,5E+01	
04/10/22	Mensuelle	1,3E-01	2,8E-01	2,4E+02	2,80	5,8	144,22		
04/11/22	Mensuelle	1,1E-01	2,5E-01	1,4E+02	2,46	5,8	146,93		
08/12/22	Mensuelle	1,5E-01	3,3E-01	2,0E+02	3,27	5,8	150,51		
06/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,2E-01	3,9E+01	2,35	6,1	144,64		
03/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	6,8E-02	3,1E+01	2,14	6,4	145,27		
03/03/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	7,4E-02	2,9E+01	2,28	6,0	144,78		
05/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,0E-01	2,8E+01	2,22	6,1	143,85		
03/05/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	2,9E+01	2,00	6,5	142,18		
02/06/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,1E-01	3,4E+01	2,37	6,1	140,76		
06/07/22	Mensuelle	1,8E-02	1,2E-01	3,0E+01	2,56	5,9	139,71	≤ 3,2E+00	
03/08/22	Mensuelle	3,8E-02	1,4E-01	3,1E+01	2,94	6,1	139,06		
01/09/22	Mensuelle	2,0E-02	1,6E-01	3,2E+01	3,56	6,1	138,62		
04/10/22	Mensuelle	3,1E-02	1,1E-01	5,1E+01	3,08	6,3	138,58		
04/11/22	Mensuelle	3,7E-02	1,4E-01	4,1E+01	2,67	6,3	139,18		
08/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,0E-01	4,2E+01	3,27	6,4	144,55		
06/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	5,4E-02	3,2E+00	1,15	6,0	146,10		
03/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	5,4E-02	3,0E+00	1,09	5,9	146,88		
03/03/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	7,7E-02	3,3E+00	1,06	5,8	146,34		
05/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	6,7E-02	3,1E+00	1,08	5,8	145,27		
03/05/22	Mensuelle	2,6E-02	6,3E-02	≤ 2,1E+00	1,03	6,1	143,23		
02/06/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	5,6E-02	4,7E+00	1,19	5,7	141,59		
06/07/22	Mensuelle	1,7E-02	4,2E-02	≤ 2,1E+00	1,13	5,7	140,43		
03/08/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	7,7E-02	4,4E+00	1,24	6,1	139,65		
01/09/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	4,5E-02	3,8E+00	1,23	5,8	139,18		
04/10/22	Mensuelle	2,2E-02	6,9E-02	2,6E+00	1,31	6,0	139,18		
04/11/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	7,4E-02	2,2E+00	1,86	5,9	139,88		
08/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	7,2E-02	3,8E+00	2,00	6,1	146,24	5,7E+02	
05/01/22	Mensuelle	≤ 1,6E-02	1,5E-01	6,2E+02	2,80	6,9	146,13		
03/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,3E-01	6,0E+02	2,37	6,6	146,36		
03/03/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,4E-01	6,1E+02	2,91	5,8	146,48		
05/04/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,5E-01	6,8E+02	2,31	6,6	145,67		
05/05/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,4E-01	6,8E+02	2,45	6,4	144,63		
02/06/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,7E-01	6,4E+02	2,26	6,6	143,79		
06/07/22	Mensuelle	≤ 1,2E-02	1,5E-01	6,4E+02	2,46	6,7	143,19		
03/08/22	Mensuelle	3,8E-02	1,8E-01	2,9E+02	2,56	6,4	142,69		
01/09/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,4E-01	5,8E+02	2,27	6,2	142,74		
04/10/22	Mensuelle	2,5E-02	1,7E-01	5,6E+02	2,37	6,1	143,21		
04/11/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,3E-01	4,9E+02	2,39	6,3	142,85	≤ 1,9E+01	
08/12/22	Mensuelle	≤ 1,3E-02	1,3E-01	4,4E+02	2,72	6,7	145,84		
06/01/22	Mensuelle	2,7E-02	2,0E-01	2,4E+01	5,56	7,4	116,11		
01/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,9E-01	1,6E+01	5,70	7,2	115,92		
01/03/22	Mensuelle	4,7E-02	2,9E-01	8,2E+00	5,84	6,9	115,88		
05/04/22	Mensuelle	2,0E-02	2,5E-01	1,7E+01	5,45	6,9	115,66		
03/05/22	Mensuelle	2,9E-02	2,3E-01	2,0E+01	5,00	7,2	115,39		
02/06/22	Mensuelle	3,6E-02	2,5E-01	1,6E+01	5,36	7,1	115,21		
05/07/22	Mensuelle	3,2E-02	2,4E-01	1,4E+01	5,66	6,9	115,09		
03/08/22	Mensuelle	4,2E-02	2,4E-01	2,2E+01	5,89	7,2	114,96		
01/09/22	Mensuelle	2,4E-02	2,0E-01	2,3E+01	6,52	7,0	114,89		
04/10/22	Mensuelle	3,9E-02	2,4E-01	2,7E+01	6,20	7,1	115,05		
04/11/22	Mensuelle	2,1E-02	2,3E-01	2,0E+01	6,43	7,3	115,62		
08/12/22	Mensuelle	2,8E-02	2,4E-01	2,0E+01	6,64	7,5	116,29		

Tableau 9-42 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre (2/4)

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	13/01/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,1E-01	1,3E+01	1,90	5,1	145,71	1,5E+01
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,2E-01	9,0E+00	2,00	5,3	144,76	
	04/03/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,1E-01	1,6E+01	2,10	5,4	145,66	
	07/04/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,4E-02	1,6E+01	1,90	5,1	144,63	
	04/05/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	9,0E-02	1,4E+01	2,30	5,0	144,16	
	02/06/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	1,3E-01	1,6E+01	2,89	5,1	143,83	
	01/07/22	Mensuelle	6,0E-02	9,0E-02	1,4E+01	1,71	5,1	143,66	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 3,6E-02	1,1E-01	1,8E+01	1,82	5,1	143,34	
	05/09/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	8,0E-02	1,7E+01	1,64	5,3	143,53	
	03/10/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,0E-01	1,1E+01	1,77	5,3	144,55	
08/11/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,5E-01	2,1E+01	1,91	5,1	145,26		
14/12/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	1,6E-01	1,4E+01	1,84	5,5	145,36		
PZ321	13/01/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	2,0E-01	7,1E+01	2,90	6,0	145,56	1,1E+02
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,4E-01	1,2E+02	2,70	6,0	144,71	
	04/03/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	9,0E-02	1,4E+02	2,70	5,9	145,71	
	07/04/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,2E-01	1,3E+02	2,70	5,9	144,53	
	04/05/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	1,2E-01	1,4E+02	3,10	5,8	144,11	
	02/06/22	Mensuelle	6,0E-02	1,5E-01	1,4E+02	3,63	5,8	143,76	
	01/07/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	9,0E-02	1,3E+02	2,36	5,9	143,55	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	9,0E-02	9,3E+01	2,57	5,9	143,19	
	05/09/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	1,0E-01	1,0E+02	2,42	6,0	143,37	
	03/10/22	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,4E-02	9,7E+01	2,64	6,0	145,02	
08/11/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	2,0E-01	8,3E+01	2,70	5,9	145,66		
14/12/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,4E-01	≤ 5,1E+01	2,72	6,1	145,34		
PZ322	13/01/22	Mensuelle	6,0E-02	1,8E-01	1,1E+01	2,20	5,6	150,14	3,2E+01
	07/02/22	Mensuelle	7,0E-02	1,6E-01	9,0E+00	2,30	5,6	144,99	
	04/03/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,3E-01	9,0E+00	2,30	5,7	145,79	
	07/04/22	Mensuelle	6,0E-02	1,4E-01	1,1E+01	2,20	5,5	144,79	
	04/05/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,3E-01	1,1E+01	2,70	5,5	144,19	
	02/06/22	Mensuelle	8,0E-02	2,0E-01	4,7E+01	3,13	5,5	143,69	
	01/07/22	Mensuelle	7,0E-02	≤ 7,2E-02	2,1E+02	1,94	5,4	143,46	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,2E-02	1,1E+01	2,10	5,6	143,09	
	05/09/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,4E-02	1,1E+01	1,87	5,5	143,19	
	03/10/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,1E-01	2,2E+01	2,07	5,5	144,21	
08/11/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,6E-01	1,8E+01	2,21	5,6	145,04		
15/12/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,4E-01	1,1E+01	2,09	5,7	145,45		
PZ324	13/01/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,1E-02	1,5E+01	1,60	5,6	156,06	1,6E+01
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,1E-02	1,2E+01	1,90	6,0	154,16	
	04/03/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,4E-02	1,4E+01	2,00	6,1	155,86	
	07/04/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	2,0E-01	1,8E+01	1,70	5,8	153,79	
	04/05/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	≤ 7,4E-02	1,2E+01	1,90	5,7	153,16	
	02/06/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,2E-02	1,3E+01	2,32	5,6	152,91	
	01/07/22	Mensuelle	9,0E-02	1,5E-01	1,9E+01	1,47	5,7	152,99	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,2E-02	1,5E+01	1,63	5,8	152,54	
	05/09/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	9,0E-02	1,6E+01	1,43	5,8	152,93	
	03/10/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,3E-01	1,8E+01	1,53	5,7	155,35	
08/11/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,1E-02	1,7E+01	1,48	5,7	156,31		
14/12/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,1E-01	1,7E+01	1,74	6,2	156,04		
PZ326	14/01/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,0E-01	2,0E+02	1,90	5,4	151,70	1,5E+02
	11/02/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	≤ 7,1E-02	2,2E+02	1,90	5,5	151,65	
	03/03/22	Mensuelle	8,0E-02	1,0E-01	7,9E+01	1,90	5,6	151,74	
	06/04/22	Mensuelle	7,0E-02	2,0E-01	1,6E+02	3,60	5,4	151,63	
	05/05/22	Mensuelle	6,0E-02	1,1E-01	6,1E+01	1,90	5,5	151,56	
	03/06/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,2E-02	7,7E+01	1,90	5,6	151,49	
	04/07/22	Mensuelle	8,0E-02	≤ 7,2E-02	2,0E+02	1,75	5,5	151,46	
	03/08/22	Mensuelle	7,0E-02	8,0E-02	2,1E+02	1,87	5,5	151,42	
	06/09/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,4E-02	1,5E+02	1,79	5,5	151,40	
	05/10/22	Mensuelle	9,0E-02	2,0E-01	1,3E+02	1,82	5,5	151,50	
10/11/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,2E-01	1,4E+02	1,78	5,6	151,61		
09/12/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,1E-01	1,8E+02	1,84	5,7	151,70		
PZ340	13/01/22	Mensuelle	8,0E-02	1,1E-01	1,2E+02	0,70	6,0	153,54	6,4E+01
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,6E-02	≤ 7,1E-02	5,1E+01	0,60	6,0	152,54	
	07/03/22	Mensuelle	1,3E-01	9,0E-02	5,2E+01	0,70	6,0	153,09	
	08/04/22	Mensuelle	≤ 3,7E-02	≤ 7,2E-02	5,5E+01	0,70	6,1	152,38	
	04/05/22	Mensuelle	1,1E-01	≤ 7,2E-02	5,0E+01	0,60	5,9	151,99	
	02/06/22	Mensuelle	9,0E-02	1,1E-01	6,2E+01	0,93	5,9	151,79	
	06/07/22	Mensuelle	1,0E-01	8,0E-02	5,8E+01	≤ 1,00	5,8	151,76	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 4,0E-02	≤ 7,2E-02	6,2E+01	≤ 1,00	5,9	151,59	
	06/09/22	Mensuelle	6,0E-02	≤ 7,2E-02	6,7E+01	≤ 1,00	6,1	152,69	
	05/10/22	Mensuelle	8,0E-02	1,6E-01	6,4E+01	≤ 1,00	6,0	151,77	
08/11/22	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,2E-02	7,2E+01	≤ 1,00	5,9	152,99		
14/12/22	Mensuelle	1,5E-01	1,4E-01	5,8E+01	≤ 1,00	6,1	153,24		



Tableau 9-42 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre (3/4)

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	13/01/22	Mensuelle	3,2E-01	3,1E-01	3,5E+02	1,60	6,2	149,69	4,0E+02
	28/02/22	Mensuelle	3,1E-01	3,2E-01	4,0E+02	1,50	6,2	149,72	
	07/03/22	Mensuelle	4,1E-01	3,3E-01	3,6E+02	1,60	6,3	NR	
	07/04/22	Mensuelle	2,9E-01	3,2E-01	4,0E+02	1,70	6,3	149,63	
	04/05/22	Mensuelle	4,1E-01	3,0E-01	4,0E+02	1,90	6,2	149,59	
	02/06/22	Mensuelle	3,1E-01	2,9E-01	4,2E+02	1,64	6,1	149,54	
	06/07/22	Mensuelle	3,4E-01	1,7E-01	4,3E+02	1,73	6,1	149,56	
	02/08/22	Mensuelle	3,3E-01	3,5E-01	4,6E+02	1,79	6,2	149,54	
	06/09/22	Mensuelle	3,4E-01	2,4E-01	4,6E+02	1,56	6,4	149,55	
	03/10/22	Mensuelle	2,8E-01	2,5E-01	4,7E+02	2,43	6,4	149,70	
08/11/22	Mensuelle	2,8E-01	2,0E-01	3,7E+02	2,21	6,3	149,69		
14/12/22	Mensuelle	1,8E-01	2,4E-01	2,6E+02	1,75	6,5	149,69		
PZ379	13/01/22	Mensuelle	6,0E-02	1,8E-01	4,3E+01	1,70	5,5	151,42	4,4E+01
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,6E-02	2,0E-01	4,3E+01	1,80	5,8	151,27	
	07/03/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	≤ 7,2E-02	4,0E+01	1,70	5,6	151,27	
	07/04/22	Mensuelle	≤ 3,0E-02	≤ 7,4E-02	2,5E+01	1,70	5,7	151,27	
	04/05/22	Mensuelle	≤ 1,3E-01	1,5E-01	4,5E+01	2,10	5,6	151,22	
	02/06/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	9,0E-02	4,7E+01	1,71	5,5	151,18	
	06/07/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	≤ 7,1E-02	5,9E+01	1,68	5,6	151,18	
	02/08/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	8,0E-02	5,1E+01	1,74	5,5	151,16	
	06/09/22	Mensuelle	≤ 3,7E-02	1,4E-01	4,2E+01	1,60	5,6	151,15	
	05/10/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	≤ 7,4E-02	4,7E+01	1,56	5,8	151,22	
08/11/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	≤ 7,4E-02	4,4E+01	1,67	5,6	151,27		
14/12/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	8,0E-02	4,1E+01	1,73	5,7	151,32		
PZ700	11/01/22	Mensuelle	≤ 4,6E-02	≤ 7,1E-02	1,8E+02	2,60	6,5	123,01	2,1E+02
	08/02/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	8,0E-02	1,9E+02	2,60	6,7	122,45	
	08/03/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	2,2E-01	2,0E+02	8,40	6,8	122,68	
	07/04/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	9,0E-02	2,1E+02	2,70	6,8	122,32	
	10/05/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	≤ 7,1E-02	2,2E+02	2,70	6,9	122,00	
	08/06/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	2,6E-01	2,4E+02	6,10	6,4	121,79	
	08/07/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	1,5E-01	2,6E+02	5,30	6,8	121,60	
	10/08/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,3E-01	2,6E+02	2,79	7,0	121,38	
	02/09/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	1,4E-01	2,7E+02	2,49	6,8	121,30	
	05/10/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
15/11/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	9,0E-02	1,7E+02	2,58	6,5	122,14		
13/12/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,5E-01	1,5E+02	2,77	6,7	122,52		
PZ705	11/01/22	Mensuelle	≤ 2,9E-02	1,7E-01	9,0E+00	2,70	6,1	153,82	7,5E+00
	07/02/22	Mensuelle	≤ 3,2E-02	1,3E-01	9,0E+00	2,20	6,1	152,92	
	01/03/22	Mensuelle	7,0E-02	1,0E-01	9,0E+00	2,20	6,2	152,82	
	05/04/22	Mensuelle	≤ 3,3E-02	≤ 7,1E-02	6,8E+00	2,00	5,8	151,92	
	05/05/22	Mensuelle	1,5E-01	5,3E-01	4,6E+00	2,20	6,0	149,88	
	07/06/22	Mensuelle	7,0E-02	1,7E-01	6,0E+00	2,40	5,8	148,12	
	05/07/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	04/08/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	01/09/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	07/10/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
29/11/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR		
09/12/22	Mensuelle	≤ 5,1E-02	9,0E-02	8,0E+00	2,78	6,1	152,75		
PZ715	11/01/22	Mensuelle	8,0E-02	2,5E-01	1,3E+02	5,20	5,4	141,42	1,7E+02
	08/02/22	Mensuelle	≤ 3,4E-02	1,2E-01	4,8E+01	5,00	5,6	140,69	
	08/03/22	Mensuelle	7,0E-02	7,9E-01	6,1E+01	20,30	5,3	140,88	
	06/04/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	3,5E-01	4,2E+01	11,10	5,2	139,82	
	10/05/22	Mensuelle	6,0E-02	1,4E-01	7,2E+01	1,80	5,6	138,12	
	08/06/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	2,0E-01	6,4E+01	5,60	5,3	136,99	
	08/07/22	Mensuelle	7,0E-02	1,7E-01	6,6E+01	NR	5,5	136,22	
	10/08/22	Mensuelle	≤ 3,7E-02	≤ 7,1E-02	8,0E+01	2,03	5,8	135,58	
	02/09/22	Mensuelle	1,2E-01	3,9E-01	2,8E+02	1,71	5,6	135,23	
	11/10/22	Mensuelle	≤ 2,8E-02	≤ 7,2E-02	9,1E+01	5,40	5,5	135,18	
15/11/22	Mensuelle	≤ 3,5E-02	2,1E-01	6,2E+02	6,40	5,6	136,28		
13/12/22	Mensuelle	1,1E-01	4,4E-01	4,7E+02	1,95	5,5	139,92		

Tableau 9-42 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre (4/4)

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	11/01/22	Mensuelle	6,4E-01	7,7E-01	8,0E+00	2,5E+00	5,8	117,83	9,2E+00
	08/02/22	Mensuelle	2,6E-01	3,4E-01	8,0E+00	2,5E+00	5,8	117,56	
	08/03/22	Mensuelle	3,8E-01	6,6E-01	9,0E+00	8,3E+00	5,7	117,66	
	06/04/22	Mensuelle	3,3E-01	3,9E-01	9,0E+00	3,0E+00	5,8	117,40	
	10/05/22	Mensuelle	3,0E-01	2,8E-01	9,0E+00	2,3E+00	5,9	122,02	
	08/06/22	Mensuelle	3,2E-01	6,9E-01	1,1E+01	5,5E+00	5,7	116,80	
	08/07/22	Mensuelle	6,1E-01	1,1E+00	9,0E+00	2,5E+00	5,8	116,67	
	10/08/22	Mensuelle	3,4E-01	3,6E-01	1,0E+01	2,5E+00	6,0	116,50	
	02/09/22	Mensuelle	4,6E-01	5,6E-01	9,0E+00	2,7E+00	5,8	116,48	
	06/10/22	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	16/11/22	Mensuelle	2,9E-01	3,7E-01	9,0E+00	2,2E+00	5,9	116,77	
	13/12/22	Mensuelle	2,8E-01	3,5E-01	1,0E+01	2,3E+00	5,7	117,62	
	PZ712	11/01/22	Mensuelle	9,0E-02	≤ 7,2E-02	1,1E+01	≤ 5,0E-01	5,6	
07/02/22		Mensuelle	≤ 3,0E-02	1,0E-01	6,9E+00	6,0E-01	5,7	159,25	
01/03/22		Mensuelle	2,0E-01	3,4E-01	6,2E+00	4,0E-01	5,7	159,80	
05/04/22		Mensuelle	7,0E-02	1,4E-01	1,0E+01	7,0E-01	5,7	158,90	
05/05/22		Mensuelle	≤ 2,8E-02	≤ 7,4E-02	8,1E+00	8,0E-01	5,8	157,75	
07/06/22		Mensuelle	6,0E-02	1,4E-01	6,1E+00	1,7E+00	5,7	156,79	
05/07/22		Mensuelle	5,0E-02	1,0E-01	4,8E+00	1,3E+00	5,7	156,39	
04/08/22		Mensuelle	7,0E-02	1,1E-01	6,1E+00	1,9E+00	5,9	155,80	
01/09/22		Mensuelle	1,0E-01	4,7E-01	1,5E+01	5,2E+00	5,7	155,84	
06/10/22		Mensuelle	≤ 2,8E-02	9,0E-02	8,0E+00	1,6E+00	5,9	156,82	
08/11/22		Mensuelle	6,0E-02	1,8E-01	≤ 4,2E+00	1,3E+00	6,1	158,99	
09/12/22	Mensuelle	≤ 3,1E-02	≤ 7,1E-02	≤ 4,2E+00	≤ 1,0E+00	5,8	160,45		
PO165	05/01/22	Mensuelle	7,2E-02	1,8E-01	4,5E+00	1,5E+00	6,6	120,67	4,5E+00
	03/02/22	Mensuelle	5,2E-02	1,1E-01	4,8E+00	1,7E+00	6,6	117,75	
	03/03/22	Mensuelle	6,8E-02	1,2E-01	6,7E+00	1,9E+00	6,7	118,40	
	05/04/22	Mensuelle	6,5E-02	1,0E-01	7,5E+00	1,9E+00	6,5	117,16	
	03/05/22	Mensuelle	6,6E-02	1,2E-01	4,7E+00	1,8E+00	6,5	116,55	
	02/06/22	Mensuelle	5,6E-02	1,4E-01	4,4E+00	2,0E+00	6,3	116,18	
	06/07/22	Mensuelle	3,9E-02	1,3E-01	2,3E+00	2,0E+00	6,7	115,83	
	03/08/22	Mensuelle	4,8E-02	1,6E-01	3,8E+00	2,2E+00	6,7	115,59	
	01/09/22	Mensuelle	6,2E-02	1,5E-01	2,9E+00	2,2E+00	6,3	115,44	
	04/10/22	Mensuelle	6,5E-02	1,8E-01	3,8E+00	2,1E+00	6,4	115,44	
	04/11/22	Mensuelle	7,7E-02	2,5E-01	4,1E+00	2,3E+00	6,4	117,24	
PO166	06/12/22	Mensuelle	6,8E-02	1,6E-01	4,6E+00	1,6E+00	6,5	119,59	2,6E+01
	05/01/22	Mensuelle	4,9E-02	1,6E-01	2,4E+01	2,6E+00	6,4	120,59	
	03/02/22	Mensuelle	3,4E-02	1,3E-01	6,2E+00	2,1E+00	6,6	120,24	
	03/03/22	Mensuelle	4,3E-02	1,3E-01	7,6E+00	2,2E+00	6,4	120,37	
	05/04/22	Mensuelle	3,6E-02	1,1E-01	1,5E+01	2,0E+00	6,3	119,95	
	03/05/22	Mensuelle	4,3E-02	1,0E-01	3,0E+01	2,0E+00	6,4	119,57	
	02/06/22	Mensuelle	3,0E-02	1,2E-01	3,1E+01	2,2E+00	6,3	119,49	
	06/07/22	Mensuelle	3,7E-02	1,0E-01	3,9E+01	2,4E+00	6,2	119,07	
	03/08/22	Mensuelle	3,5E-02	1,3E-01	4,0E+01	2,6E+00	6,7	118,89	
	01/09/22	Mensuelle	3,5E-02	1,3E-01	4,1E+01	2,7E+00	6,3	118,77	
	04/10/22	Mensuelle	4,0E-02	1,3E-01	3,9E+01	2,6E+00	6,5	118,73	
PO167	04/11/22	Mensuelle	5,4E-02	1,5E-01	3,8E+01	2,8E+00	6,3	119,19	6,1E+01
	08/12/22	Mensuelle	3,7E-02	1,0E-01	≤ 2,4E+00	2,1E+00	6,8	120,89	
	05/01/22	Mensuelle	≤ 1,7E-02	1,0E-01	6,1E+01	2,4E+00	6,7	115,38	
	03/02/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	5,3E-02	6,2E+01	2,1E+00	6,5	115,11	
	03/03/22	Mensuelle	1,9E-02	1,1E-01	6,3E+01	2,3E+00	6,5	115,17	
	05/04/22	Mensuelle	1,6E-02	9,7E-02	6,0E+01	2,1E+00	6,4	115,05	
	03/05/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,3E-01	5,8E+01	2,0E+00	6,9	114,98	
	02/06/22	Mensuelle	≤ 1,4E-02	1,2E-01	6,0E+01	2,1E+00	6,5	114,93	
	06/07/22	Mensuelle	2,0E-02	8,1E-02	6,3E+01	2,1E+00	6,6	114,89	
	03/08/22	Mensuelle	3,1E-02	9,7E-02	5,7E+01	2,6E+00	6,8	114,86	
	01/09/22	Mensuelle	3,3E-02	8,8E-02	6,4E+01	2,4E+00	6,4	114,84	
04/10/22	Mensuelle	2,9E-02	1,0E-01	5,8E+01	2,4E+00	6,4	114,85		
04/11/22	Mensuelle	3,7E-02	1,4E-01	6,0E+01	2,5E+00	6,8	114,88		
06/12/22	Mensuelle	1,9E-02	3,3E-01	6,2E+01	3,1E+00	6,5	115,31		

Tableau 9-43 Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures issus d'EVT-7 (EEV-SE) et volume pompé

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH	Volume pompé m <sup>3</sup>
EVT-7	13/01/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	3,2E+01	3,5	6,0	7100
	03/02/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	3,1E+01	2,9	6,2	4308
	01/03/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	3,5E+01	3,9	6,0	4902
	08/04/2022	≤ 3,5E-01	≤ 7,2E-01	3,3E+01	3,0	6,1	7207
	04/05/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	4,2E+01	3,4	6,1	4414
	03/06/2022	≤ 3,5E-01	≤ 7,1E-01	3,0E+01	4,1	6,5	4300
	05/07/2022	≤ 3,5E-01	≤ 7,2E-01	2,9E+01	2,8	6,2	4692
	03/08/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	2,6E+01	2,8	6,2	3824
	21/09/2022	≤ 3,5E-01	≤ 7,2E-01	3,4E+01	2,9	6,1	6134
	04/10/2022	≤ 3,5E-01	≤ 7,1E-01	3,1E+01	3,7	6,1	1735
	03/11/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	3,2E+01	4,0	6,2	4508
08/12/2022	≤ 3,2E-01	≤ 7,4E-01	3,1E+01	3,1	6,2	6733	
<b>Somme</b>							<b>59856</b>

Tableau 9-44 Ordres de grandeurs caractérisant les piézomètres suivis 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	0,11	0,08	0,22	0,17	0,12	0,27	3,3	2,4	4,7
PO031	0,05	0,04	0,06	0,14	0,14	0,14	2,1	2,1	2,1
PO113	0,02	0,01	0,03	0,12	0,09	0,16	123	35	494
PO114	0,14	0,11	0,18	0,27	0,21	0,39	264	139	339
PO115	0,02	0,01	0,04	0,11	0,07	0,16	35	28	51
PO116	0,02	0,01	0,03	0,06	0,04	0,08	3,2	2,1	4,7
PO117	0,02	0,01	0,04	0,15	0,13	0,18	570	293	680
PO120	0,21	0,13	0,26	0,40	0,30	0,72	11929	4750	18300
PO131	0,11	0,08	0,13	0,33	0,28	0,41	33250	29000	38000
PO132	0,10	0,09	0,12	0,21	0,17	0,27	1767	1440	2070
PO133	0,04	0,03	0,05	0,11	0,09	0,14	959	196	2100
PO134	0,02	0,01	0,03	0,10	0,07	0,13	250	49	780
PO135	0,02	0,01	0,04	0,12	0,07	0,22	408	206	860
PO136	0,04	0,02	0,06	0,24	0,18	0,33	2961	226	4270
PO137	0,01	0,01	0,02	0,16	0,15	0,20	3852	3560	4290
PO138	0,02	0,01	0,03	0,17	0,14	0,19	580	316	2260
PO139	0,07	0,03	0,10	0,28	0,18	0,37	507	229	1110
PO140	0,03	0,02	0,04	0,31	0,16	0,52	1855	371	3370
PO142	0,04	0,01	0,06	0,18	0,13	0,21	129	31	446
PO143	0,07	0,06	0,09	0,15	0,14	0,18	814	133	1750
PO150	0,11	0,09	0,17	0,29	0,18	0,40	16	2,7	21
PO151	0,02	0,02	0,03	0,13	0,06	0,40	5,0	3,2	8
PO152	0,02	0,01	0,03	0,08	0,04	0,22	35	22	44
PO153	0,05	0,03	0,07	0,15	0,10	0,20	1405	740	1940
PO154	0,24	0,14	0,32	0,46	0,36	0,63	5,1	2,1	9,3
PO155	0,04	0,03	0,05	0,10	0,06	0,17	22	2,2	45
PO156	0,08	0,03	0,12	0,16	0,12	0,20	377	12	1020
PO157	0,04	0,02	0,08	0,11	0,06	0,18	60	18	154
PO158	0,05	0,02	0,07	0,11	0,07	0,16	12	5,1	16
PO159	0,02	0,01	0,03	0,06	0,05	0,11	2,8	2,1	4,7
PO160	0,21	0,12	0,29	0,16	0,15	0,17	3,2	2,4	3,9
PO161	0,32	0,16	0,48	0,23	0,22	0,23	3,4	2,2	4,5
PO162	0,06	0,06	0,07	0,14	0,14	0,15	2,3	2,2	2,3
PO165	0,06	0,04	0,08	0,15	0,10	0,25	4,5	2,3	7,5
PO166	0,04	0,03	0,05	0,12	0,10	0,16	26	2	41
PO167	0,02	0,01	0,04	0,12	0,05	0,33	61	57	64
PO168	0,03	0,01	0,05	0,23	0,19	0,29	19	8	27
PO170	0,20	0,15	0,26	0,32	0,26	0,37	2,4	2,2	2,5
PO171	0,05	0,03	0,07	0,11	0,09	0,14	70	50	91
PO172	0,04	0,03	0,06	0,11	0,07	0,15	104	81	127
PO173	0,04	0,02	0,06	0,12	0,08	0,18	2,1	1,8	2,5
PO174	0,06	0,03	0,11	0,17	0,09	0,26	8	5,7	13
PO175	0,12	0,08	0,16	0,23	0,16	0,30	2,1	2,1	2,1
PO176	0,06	0,05	0,07	0,12	0,11	0,12	2,2	2,1	2,3
PO177	0,04	0,02	0,05	0,12	0,11	0,13	2,2	2,1	2,3
PO178	0,06	0,04	0,09	0,12	0,09	0,15	4,0	2,8	5,2
PO179	0,08	0,08	0,08	0,12	0,11	0,12	2,2	2,1	2,2
PO180	0,08	0,06	0,11	0,23	0,17	0,49	1082	544	1400
PZ320	0,03	0,03	0,06	0,11	0,07	0,16	14,9	9,0	21,0
PZ321	0,04	0,03	0,09	0,13	0,07	0,20	108	51	140
PZ322	0,05	0,03	0,08	0,13	0,07	0,20	30	9,0	210
PZ324	0,04	0,03	0,09	0,10	0,07	0,20	16	12	19
PZ326	0,05	0,03	0,09	0,11	0,07	0,20	151	61	220
PZ340	0,08	0,04	0,15	0,09	0,07	0,16	64	50	120
PZ355	0,32	0,15	0,45	0,66	0,44	0,91	5,0	3,9	8
PZ358	0,16	0,09	0,21	0,18	0,12	0,29	3192	3000	3400
PZ359	0,17	0,04	0,27	0,28	0,22	0,36	14,2	6,4	19
PZ371	0,32	0,18	0,41	0,28	0,17	0,35	398	260	470
PZ379	0,04	0,03	0,13	0,11	0,07	0,20	44	25	59
PZ700	0,03	0,03	0,05	0,13	0,07	0,26	214	150	270
PZ705	0,06	0,03	0,15	0,18	0,07	0,53	7,5	4,6	9,0
PZ711	0,38	0,26	0,64	0,53	0,28	1,10	9	8,0	11
PZ712	0,07	0,03	0,20	0,16	0,07	0,47	7,6	4,2	15
PZ715	0,06	0,03	0,12	0,28	0,07	0,79	177	42	620

Tableau 9-45 Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par spectrométrie gamma des eaux souterraines

	Piézomètre	Date de prélèvement	Specrométrie gamma							
			<sup>40</sup> K Bq/L	<sup>60</sup> Co Bq/L	<sup>94</sup> Nb Bq/L	<sup>108m</sup> Ag Bq/L	<sup>110m</sup> Ag Bq/L	<sup>129</sup> I Bq/L	<sup>134</sup> Cs Bq/L	<sup>137</sup> Cs Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	14/04/2022	≤1,50E-01	≤8,70E-03	≤8,80E-03	≤9,70E-03	≤1,10E-02	≤5,80E-02	≤1,10E-02	≤9,10E-03
	PO159	14/04/2022	≤9,90E-02	≤7,80E-03	≤7,50E-03	≤8,60E-03	≤9,40E-03	≤4,50E-02	≤8,10E-03	≤7,60E-03
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	14/04/2022	≤1,00E-01	≤8,30E-03	≤7,40E-03	≤7,10E-03	≤8,30E-03	≤3,00E-02	≤7,70E-03	≤7,30E-03
	PO174	14/04/2022	≤9,80E-02	≤7,70E-03	≤7,50E-03	≤8,40E-03	≤9,20E-03	≤4,50E-02	≤8,10E-03	≤7,30E-03
Zone nord-est (zone 3)	PO113	14/04/2022	≤1,50E-01	≤8,50E-03	≤8,80E-03	≤9,60E-03	≤1,10E-02	≤6,60E-02	≤1,10E-02	≤9,50E-03
	PO137	14/04/2022	≤1,50E-01	≤8,40E-03	≤8,60E-03	≤9,50E-03	≤1,20E-02	≤6,70E-02	≤1,10E-02	≤9,40E-03
	PO138	14/04/2022	≤9,90E-02	≤7,60E-03	≤7,10E-03	≤6,80E-03	≤8,40E-03	≤3,00E-02	≤7,90E-03	≤7,20E-03
	PO140	14/04/2022	≤1,10E-01	≤8,10E-03	≤7,90E-03	≤8,40E-03	≤9,20E-03	≤4,40E-02	≤8,20E-03	≤7,80E-03
	PZ700	14/04/2022	≤1,50E-01	≤8,50E-03	≤8,60E-03	≤9,50E-03	≤1,20E-02	≤6,70E-02	≤1,10E-02	≤9,60E-03
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	15/04/2022	≤9,90E-02	≤7,10E-03	≤6,60E-03	≤7,10E-03	≤8,80E-03	≤4,40E-02	≤7,90E-03	≤7,50E-03
	PO168	14/04/2022	<b>2,00E-01 +/- 1,30E-01</b>	≤7,80E-03	≤7,60E-03	≤8,80E-03	≤9,40E-03	≤4,50E-02	≤8,50E-03	≤7,60E-03
	PO180	12/04/2022	≤1,50E-01	≤7,40E-02	≤8,30E-03	≤9,20E-03	≤1,10E-02	≤5,70E-02	≤1,00E-02	≤9,10E-03

	Piézomètre	Date de prélèvement	Specrométrie gamma							
			<sup>210</sup> Pb Bq/L	<sup>212</sup> Pb Bq/L	<sup>214</sup> Pb Bq/L	<sup>226</sup> Ra Bq/L	<sup>228</sup> Ac Bq/L	<sup>234</sup> Th Bq/L	<sup>241</sup> Am Bq/L	<sup>235</sup> U Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	14/04/2022	≤1,00E-01	<b>1,80E-02 +/- 8,00E-03</b>	≤2,10E-02	≤1,70E-01	≤3,40E-02	≤9,50E-02	≤1,20E-02	≤4,70E-02
	PO159	14/04/2022	≤8,60E-02	≤1,40E-02	≤2,00E-02	≤1,60E-01	≤2,60E-02	≤8,70E-02	≤9,70E-03	≤4,30E-02
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	14/04/2022	≤7,00E-02	≤9,50E-03	≤1,40E-02	≤1,60E-01	≤2,70E-02	≤8,20E-02	≤7,00E-03	≤3,10E-02
	PO174	14/04/2022	≤8,70E-02	≤1,40E-02	≤1,90E-02	≤1,60E-01	≤2,70E-02	≤8,80E-02	≤9,50E-03	≤4,20E-02
Zone nord-est (zone 3)	PO113	14/04/2022	≤1,20E-01	≤1,50E-02	≤2,10E-02	≤1,80E-01	≤3,30E-02	≤1,00E-01	≤1,20E-02	≤5,20E-02
	PO137	14/04/2022	≤1,20E-01	≤1,50E-02	≤2,20E-02	≤1,80E-01	≤3,30E-02	≤1,00E-01	≤1,20E-02	≤5,10E-02
	PO138	14/04/2022	≤6,90E-02	≤9,40E-03	≤1,50E-02	≤1,60E-01	≤2,70E-02	≤8,30E-02	≤7,10E-03	≤3,20E-02
	PO140	14/04/2022	≤8,70E-02	≤1,40E-02	≤1,90E-02	≤1,60E-01	≤2,70E-02	≤8,90E-02	≤9,60E-03	≤4,20E-02
	PZ700	14/04/2022	≤1,20E-01	≤1,50E-02	≤2,20E-02	≤1,80E-01	<b>≤3,30E-02</b>	≤1,00E-01	≤1,30E-02	≤5,00E-02
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	15/04/2022	≤8,50E-02	≤1,40E-02	<b>2,60E-02 +/- 1,10E-02</b>	≤1,60E-01	<b>9,80E-02 +/- 1,10E-02</b>	≤9,00E-02	≤9,60E-03	≤4,30E-02
	PO168	14/04/2022	≤8,60E-02	≤1,40E-02	≤1,90E-02	≤1,60E-01	≤2,70E-02	≤8,80E-02	≤9,60E-03	≤4,20E-02
	PO180	12/04/2022	≤9,90E-02	<b>1,00E-02 +/- 6,00E-03</b>	≤2,00E-02	≤1,50E-01	≤3,20E-02	≤8,90E-02	≤1,10E-02	≤4,10E-02

Tableau 9-46 Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par scintillation liquide des eaux souterraines

	Piézomètre	Date de prélèvement	Scintillation liquide					
			<sup>3</sup> H Bq/L	<sup>14</sup> C Bq/L	<sup>36</sup> Cl Bq/L	<sup>63</sup> Ni Bq/L	<sup>90</sup> Sr Bq/L	<sup>99</sup> Tc Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	14/04/2022	≤3,60E+00	4,40E+00 +/- 2,00E+00	≤1,30E-01	≤3,10E-02	≤1,80E-02	≤2,90E-02
	PO159	14/04/2022	4,10E+00 +/- 3,00E+00	≤1,60E+00	≤1,30E-01	≤3,40E-02	≤1,60E-02	≤3,40E-02
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO173	14/04/2022	≤3,40E+00	2,60E+00 +/- 1,90E+00	≤1,30E-01	≤3,10E-02	≤1,90E-02	≤3,20E-02
	PO174	14/04/2022	1,28E+01 +/- 3,70E+00	1,19E+01 +/- 3,00E+00	≤1,40E-01	≤3,60E-02	≤1,40E-02	≤2,80E-02
Zone nord-est (zone 3)	PO113	14/04/2022	3,70E+01 +/- 7,00E+00	≤1,60E+00	≤1,40E-01	≤3,20E-02	≤2,00E-02	≤2,80E-02
	PO137	14/04/2022	3,36E+03 +/- 4,90E+02	≤1,60E+00	≤1,30E-01	≤3,50E-02	≤4,20E-02	≤3,20E-02
	PO138	14/04/2022	4,60E+02 +/- 7,00E+01	6,10E+00 +/- 2,20E+00	≤1,40E-01	≤3,40E-02	≤3,20E-02	≤2,80E-02
	PO140	14/04/2022	8,00E+02 +/- 1,20E+02	≤1,60E+00	3,20E-01 +/- 1,50E-01	≤3,30E-02	≤2,00E-02	≤2,90E-02
	PZ700	14/04/2022	2,54E+02 +/- 3,80E+01	≤1,60E+00	≤1,30E-01	≤3,70E-02	≤3,10E-02	≤2,80E-02
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	15/04/2022	3,08E+04 +/- 4,50E+03	1,80E+00 +/- 1,80E+00	≤1,40E-01	≤4,00E-02	≤1,90E-02	≤3,00E-02
	PO168	14/04/2022	2,05E+01 +/- 4,70E+00	≤1,60E+00	≤1,30E-01	≤3,50E-02	≤1,80E-02	≤2,90E-02
	PO180	12/04/2022	1,07E+03 +/- 1,60E+02	≤1,60E+00	≤1,40E-01	≤3,30E-02	≤3,30E-02	≤3,00E-02

Tableau 9-47 Résultats des analyses radiologiques quinquennales à bas seuils par spectrométrie alpha des eaux souterraines

	Piézomètre	Date de prélèvement	Spectrométrie Alpha							
			<sup>226</sup> Ra Bq/L	<sup>234</sup> U Bq/L	<sup>235</sup> U Bq/L	<sup>238</sup> U Bq/L	<sup>238</sup> Pu Bq/L	<sup>239+240</sup> Pu Bq/L	<sup>241</sup> Am Bq/L	<sup>244</sup> Cm Bq/L
Recharge (Zone 1)	PO001	14/04/2022	1,00E-02 +/- 9,00E-03	≤7,20E-04	≤5,10E-04	≤2,90E-04	≤5,30E-04	≤2,70E-04	≤6,30E-05	≤6,30E-05
	PO159	14/04/2022	≤5,00E-03	≤1,40E-03	≤9,90E-04	≤9,90E-04	≤3,30E-04	≤5,70E-04	≤6,60E-05	≤9,20E-05
Zone Sud-Ouest (zone 2)	PO174	14/04/2022	1,20E-02 +/- 6,00E-03	≤6,10E-04	≤6,10E-04	≤4,30E-04	≤2,00E-04	≤2,00E-04	≤5,20E-05	≤5,20E-05
Zone nord-est (zone 3)	PO138	14/04/2022	1,30E-02 +/- 8,00E-03	≤9,50E-04	≤9,50E-04	≤6,80E-04	≤8,40E-04	≤6,00E-04	≤7,00E-05	≤7,00E-05
Zone nord-ouest (zone 4)	PO131	15/04/2022	1,80E-02 +/- 9,00E-03	≤4,90E-04	≤4,00E-04	≤4,00E-04	≤2,20E-04	≤1,30E-04	≤5,70E-05	≤8,00E-05
	PO180	12/04/2022	≤6,00E-03	≤3,70E-04	≤3,70E-04	≤3,70E-04	≤1,10E-04	≤1,90E-04	≤6,20E-05	≤6,20E-05

Tableau 9-48 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 1

	Paramètres	Unités	Zone 1					
			Piezomètres intérieurs					
			PO001		PO160		PO175	
Date de prélèvement		24/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	4,6 +/- 0,2	4,9 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,7 +/- 0,2	5,2 +/- 0,2	5,3 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	345 +/- 10	332 +/- 10	175 +/- 5	167 +/- 5	245 +/- 7	188 +/- 6
	Oxygène dissous	mg/L	5,5 +/- 0,1	6,7 +/- 0,1	9,1 +/- 0,1	9,2 +/- 0,1	12 +/- 1	7,6 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	501 +/- 20	438 +/- 18	489 +/- 20	416 +/- 17	476 +/- 19	439 +/- 18
	COD	mg/L	1,5 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	0,90 +/- 0,17	0,60 +/- 0,11	1,0 +/- 0,2
	DCO	mg/L	12 +/- 1	11 +/- 1	6,0 +/- 0,7	11 +/- 1	6,0 +/- 0,7	<5
	MES	mg/L	18 +/- 1	9,0 +/- 0,5	4,0 +/- 0,2	12 +/- 1	19 +/- 1	770 +/- 39
	Éléments majeurs	Calcium	mg/L	4,8 +/- 1,2	6,1 +/- 1,5	3,7 +/- 0,9	3,4 +/- 0,8	3,1 +/- 0,7
Chlorures		mg/L	61 +/- 3	69 +/- 4	32 +/- 2	35 +/- 2	56 +/- 3	40 +/- 2
Nitrates		mg/L	22 +/- 1	20 +/- 1	8,5 +/- 0,4	6,0 +/- 0,3	14 +/- 1	13 +/- 1
Potassium		mg/L	1,3 +/- 0,4	1,4 +/- 0,5	1,0 +/- 0,3	1,1 +/- 0,4	1,0 +/- 0,3	15 +/- 5
Sulfates		mg/L	29 +/- 2	26 +/- 1	17 +/- 1	8,4 +/- 0,4	9,8 +/- 0,5	5,7 +/- 0,3
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	170 +/- 9	130 +/- 7	16 +/- 1	17 +/- 1	12 +/- 1	23 +/- 1
	Azote NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<5,5	<5	<2,4	<1,9	<3,7	<3,4
	Baryum dissous	µg/L	24 +/- 1	23 +/- 1	7,0 +/- 1,4	5 +/- 1	25 +/- 1	25 +/- 1
	Bore dissous	µg/L	20 +/- 1	20 +/- 1	21 +/- 1	19 +/- 1	13 +/- 1	14 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	3,5 +/- 0,5	1,5 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	0,90 +/- 0,12	1,3 +/- 0,2	0,8 +/- 0,1
	Fer dissous	µg/L	8,0 +/- 0,4	<2	6,0 +/- 0,3	<2	<2	<2
	Manganese dissous	µg/L	38 +/- 2	41 +/- 2	9,0 +/- 0,5	8,0 +/- 0,4	5,0 +/- 0,3	7,0 +/- 0,4
	Nitrites	µg/L	6,0 +/- 0,3	<1	5,0 +/- 0,3	12 +/- 1	<1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,086 +/- 0,004	0,110 +/- 0,006	0,088 +/- 0,004	0,059 +/- 0,003	0,10 +/- 0,01	0,44 +/- 0,02
	Phosphates	mg/L	0,069 +/- 0,004	0,12 +/- 0,01	0,15 +/- 0,01	0,057 +/- 0,003	<0,01	0,033 +/- 0,002
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	2,1 +/- 0,2	2,4 +/- 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Cadmium dissous	µg/L	0,10 +/- 0,04	0,080 +/- 0,028	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,15 +/- 0,08	0,48 +/- 0,24	0,12 +/- 0,06	0,40 +/- 0,20	0,23 +/- 0,12	0,50 +/- 0,26
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	0,053 +/- 0,003	0,110 +/- 0,006	0,023 +/- 0,001	<0,010	0,11 +/- 0,01	0,12 +/- 0,01
	Nickel dissous	µg/L	5,0 +/- 0,5	5,2 +/- 0,5	2,3 +/- 0,2	3,1 +/- 0,3	3,5 +/- 0,3	3,3 +/- 0,3
	Plomb dissous	µg/L	1,3 +/- 0,1	0,40 +/- 0,24	0,29 +/- 0,17	<0,15	<0,15	0,29 +/- 0,17
	Uranium dissous	µg/L	2,7 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	2,3 +/- 0,2	2,4 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	2,1 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	64 +/- 3	14 +/- 1	7,0 +/- 0,4	5,5 +/- 0,3	3,5 +/- 1,4	4,6 +/- 1,8
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	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 9-49 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 2

	Paramètres	Unités	Zone 2					
			Piezomètres intérieurs				Piézomètre extérieur	
			PO172		PO174		EVT-7	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		24/03/2022	21/09/2022	24/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022
	pH	UpH	5,6 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,6 +/- 0,2	5,9 +/- 0,2	5,9 +/- 0,3
	Conductivité	µS/cm	222 +/- 7	228 +/- 7	189 +/- 6	190 +/- 6	452 +/- 18	278 +/- 10
	Oxygène dissous	mg/L	10 +/- 1	8,7 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	8,8 +/- 0,1	10 +/- 1	8,4 +/- 1,0
	Potentiel redox	mV/ENH	473 +/- 19	427 +/- 17	482 +/- 19	416 +/- 17	397 +/- 16	397 +/- 16
	COD	mg/L	0,5 +/- 0,1	0,60 +/- 0,11	0,5 +/- 0,1	0,70 +/- 0,13	0,60 +/- 0,11	2,6 +/- 0,2
	DCO	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	MES	mg/L	6,0 +/- 0,3	7,0 +/- 0,4	85 +/- 4	82 +/- 4	<2	<2
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	4,5 +/- 1,1	5,0 +/- 1,2	4,4 +/- 1,1	4,7 +/- 1,1	7,7 +/- 1,8	10 +/- 2
	Chlorures	mg/L	44 +/- 2	49 +/- 3	37 +/- 2	36 +/- 2	51 +/- 3	54 +/- 3
	Nitrates	mg/L	13 +/- 1	12 +/- 1	9,0 +/- 0,5	7,3 +/- 0,4	10 +/- 1	13 +/- 1
	Potassium	mg/L	1,6 +/- 0,5	1,9 +/- 0,7	1,2 +/- 0,4	3,8 +/- 1,3	2,5 +/- 0,9	2,9 +/- 1,0
	Sulfates	mg/L	13 +/- 1	12 +/- 1	12 +/- 1	9,1 +/- 0,5	22 +/- 1	19 +/- 1
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	6,0 +/- 0,3	7,0 +/- 0,4	7,5 +/- 0,4	8,5 +/- 0,4	8,0 +/- 0,4	15 +/- 1
	Azote NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<3,4	<3,2	<2,5	<2,1	<2,76	<3,44
	Baryum dissous	µg/L	23 +/- 1	26 +/- 1	19 +/- 1	21 +/- 1	31 +/- 2	34 +/- 2
	Bore dissous	µg/L	15 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1	17 +/- 1	18 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	0,70 +/- 0,09	0,70 +/- 0,09	0,8 +/- 0,1	1,2 +/- 0,2	0,8 +/- 0,1	0,7 +/- 0,1
	Fer dissous	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	2,8 +/- 0,5
	Manganèse dissous	µg/L	1,7 +/- 0,3	2,0 +/- 0,4	1,5 +/- 0,3	1,6 +/- 0,3	2,3 +/- 0,1	2,6 +/- 0,1
	Nitrites	µg/L	3,0 +/- 0,2	<1	<1	<1	<1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,018 +/- 0,005	0,017 +/- 0,005	0,13 +/- 0,01	0,049 +/- 0,003	0,029 +/- 0,002	0,029 +/- 0,002
	Phosphates	mg/L	<0,01	0,041 +/- 0,002	<0,01	0,061 +/- 0,003	0,090 +/- 0,005	0,085 +/- 0,004
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Cadmium dissous	µg/L	<0,02	<0,02	0,03 +/- 0,01	<0,02	<0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,25 +/- 0,13	0,80 +/- 0,41	0,11 +/- 0,06	0,40 +/- 0,20	0,33 +/- 0,17	0,70 +/- 0,36
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	0,013 +/- 0,001	<0,01	0,026 +/- 0,001	<0,01	0,018 +/- 0,001	<0,01
	Nickel dissous	µg/L	1,5 +/- 0,1	2,0 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	3,6 +/- 0,3	2,0 +/- 0,2	2,3 +/- 0,2
	Plomb dissous	µg/L	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	5,3 +/- 0,3	0,34 +/- 0,20
	Uranium dissous	µg/L	2,8 +/- 0,1	2,6 +/- 0,1	2,9 +/- 0,2	2,1 +/- 0,1	2,5 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	2,3 +/- 0,9	2,4 +/- 1,0	2,4 +/- 1,0	2,6 +/- 1,0	34 +/- 2	12 +/- 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 9-50 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 3

		Zone 3																		
Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs								Piezomètres extérieurs										
		PO139		PO142		PO156		PO158		PO113		PO114		PO115		PZ700		PZ715		
		23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	24/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement																			
	pH	UpH	5,3 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	4,9 +/- 0,2	5,3 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	6,1 +/- 0,2	5,8 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	5,4 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2	5,7 +/- 0,2	7,0 +/- 0,3	6,9 +/- 0,3	5,5 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	193 +/- 6	192 +/- 6	173 +/- 5	174 +/- 5	170 +/- 5	182 +/- 5	222 +/- 7	201 +/- 6	184 +/- 6	189 +/- 6	255 +/- 8	238 +/- 7	210 +/- 6	221 +/- 7	277 +/- 8	270 +/- 8	234 +/- 7	277 +/- 8
	Oxygène dissous	mg/L	8,9 +/- 0,1	7,5 +/- 0,1	10 +/- 1	8,8 +/- 0,1	10,8 +/- 0,1	7,0 +/- 0,1	7,7 +/- 0,1	6,1 +/- 0,1	10 +/- 1	7,7 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	8,1 +/- 0,1	7,9 +/- 0,1	4,5 +/- 0,1	5,1 +/- 0,1	4,8 +/- 0,1	11 +/- 1	9,3 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	458 +/- 18	450 +/- 18	518 +/- 21	436 +/- 17	486 +/- 19	413 +/- 17	454 +/- 18	418 +/- 17	528 +/- 21	423 +/- 17	414 +/- 17	446 +/- 18	358 +/- 14	379 +/- 15	269 +/- 11	253 +/- 10	565 +/- 23	422 +/- 17
	COD	mg/L	0,90 +/- 0,17	0,9 +/- 0,2	1,1 +/- 0,1	1,0 +/- 0,2	0,5 +/- 0,1	0,8 +/- 0,2	0,40 +/- 0,08	0,8 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2	3,0 +/- 0,3	1,0 +/- 0,2	3,2 +/- 0,3	0,8 +/- 0,2	3,0 +/- 0,3	0,7 +/- 0,1	2,8 +/- 0,3	0,8 +/- 0,2	2,7 +/- 0,2
	DCO	mg/L	<5	5,0 +/- 0,6	5,0 +/- 0,6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	7,0 +/- 0,8	6,0 +/- 0,7	6,0 +/- 0,7	<5	<5	<5	<5	
MES	mg/L	4,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,3	<2	2,0 +/- 0,2	6,0 +/- 0,3	11 +/- 1	6,0 +/- 0,3	11 +/- 1	10 +/- 1	27 +/- 1	24 +/- 1	51 +/- 3	4,0 +/- 0,2	6,0 +/- 0,3	16 +/- 1	48 +/- 2	<2	4,0 +/- 0,2	
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	3,8 +/- 0,9	3,3 +/- 0,8	1,6 +/- 0,4	1,3 +/- 0,3	3,6 +/- 0,9	4,0 +/- 1,0	11 +/- 3	12 +/- 3	3,3 +/- 0,8	4,1 +/- 1,0	3,7 +/- 0,9	4,2 +/- 1,0	4,1 +/- 1,0	5,0 +/- 1,2	8,9 +/- 2,1	11 +/- 3	5,8 +/- 1,4	5,6 +/- 1,3
	Chlorures	mg/L	34 +/- 2	37 +/- 2	29 +/- 2	20 +/- 1	38 +/- 2	36 +/- 2	40 +/- 2	37 +/- 2	36 +/- 2	40 +/- 2	55 +/- 3	50 +/- 3	41 +/- 2	44 +/- 2	50 +/- 3	50 +/- 3	36 +/- 2	52 +/- 3
	Nitrates	mg/L	15 +/- 1	17 +/- 0,9	8,7 +/- 0,4	10 +/- 1	9,3 +/- 0,5	10 +/- 0,5	2,3 +/- 0,1	2,8 +/- 0,1	8,2 +/- 0,4	12 +/- 1	28 +/- 1	23 +/- 1	20 +/- 1	22 +/- 1,1	<0,5	3,8 +/- 0,2	33 +/- 2	34 +/- 2
	Potassium	mg/L	2,2 +/- 0,8	2,8 +/- 1,0	2,0 +/- 0,7	2,1 +/- 0,7	1,1 +/- 0,4	1,0 +/- 0,3	0,90 +/- 0,31	1,1 +/- 0,4	2,0 +/- 0,7	2,2 +/- 0,8	2,5 +/- 0,9	3,8 +/- 1,3	2,1 +/- 0,7	3,1 +/- 1,1	2,3 +/- 0,8	2,7 +/- 0,9	1,3 +/- 0,4	2,1 +/- 0,7
	Sulfates	mg/L	11 +/- 1	11 +/- 1	18 +/- 1	15 +/- 1	3,9 +/- 0,2	5,9 +/- 0,3	11 +/- 1	10 +/- 1	13 +/- 1	5,9 +/- 0,3	6,4 +/- 0,3	6,8 +/- 0,3	5,5 +/- 0,3	6,3 +/- 0,3	2,3 +/- 0,1	2,9 +/- 0,2	16 +/- 1	15 +/- 1
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	22 +/- 1	24 +/- 1	100 +/- 5	71 +/- 4	8,0 +/- 0,4	29 +/- 2	8,0 +/- 0,4	11 +/- 1	11 +/- 1	11 +/- 1	40 +/- 2	42 +/- 2	14 +/- 1	10 +/- 1	8,6 +/- 0,4	8,0 +/- 0,4	16 +/- 1	10 +/- 1
	Azote NTK	mgNL	<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	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<3,9	<4,3	<2,5	<2,8	<2,6	<2,8	<1	<1,1	<2,4	<3,2	<6,8	<5,7	<5	<5,5	<0,6	<1,4	<8,0	<8,2
	Baryum dissous	µg/L	43 +/- 2	56 +/- 3	65 +/- 3	69 +/- 4	3,0 +/- 0,6	4,0 +/- 0,8	6,0 +/- 1,2	8,0 +/- 1,6	12 +/- 1	19 +/- 1	86 +/- 4	81 +/- 4	30 +/- 2	34 +/- 2	20 +/- 1	23 +/- 1	15 +/- 1	24 +/- 1
	Bore dissous	µg/L	17 +/- 1	14 +/- 1	17 +/- 1	15 +/- 1	12 +/- 1	13 +/- 1	16 +/- 1	16 +/- 1	13 +/- 1	12 +/- 1	12 +/- 1	12 +/- 1	12 +/- 1	14 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1	18 +/- 1	17 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	0,6 +/- 0,1	0,60 +/- 0,08	1,1 +/- 0,1	0,80 +/- 0,10	0,70 +/- 0,09	1,2 +/- 0,2	0,8 +/- 0,1	0,90 +/- 0,12	0,6 +/- 0,1	0,60 +/- 0,08	1,6 +/- 0,2	0,90 +/- 0,12	1,2 +/- 0,2	2,0 +/- 0,3	<0,4	<0,4	1,9 +/- 0,3	0,60 +/- 0,08
	Fer dissous	µg/L	<2	4,0 +/- 0,8	<2	<2	<2	5,0 +/- 1,0	220 +/- 11	<2	9,0 +/- 0,5	4,5 +/- 0,9	<2	4,0 +/- 0,8	<2	46 +/- 2	3100 +/- 160	2400 +/- 120	6,0 +/- 0,3	3,7 +/- 0,7
	Manganese dissous	µg/L	17 +/- 1	11 +/- 0,6	8,0 +/- 0,4	9,0 +/- 0,45	4,0 +/- 0,2	8,0 +/- 0,4	53 +/- 3	9,0 +/- 0,5	5,0 +/- 0,3	9,0 +/- 0,45	39 +/- 2	36 +/- 2	9,0 +/- 0,5	33 +/- 2	140 +/- 7	150 +/- 8	12 +/- 1	4,0 +/- 0,2
	Nitrites	µg/L	4,0 +/- 0,2	<1	3,0 +/- 0,2	<1	2,0 +/- 0,1	<1	7,0 +/- 0,4	<1	<1	<1	2,0 +/- 0,1	≤1,0	<1	2,0 +/- 0,1	6,0 +/- 0,3	16 +/- 1	6,0 +/- 0,3	<1
	Phosphore total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,018 +/- 0,005	0,028 +/- 0,001	0,046 +/- 0,002	0,090 +/- 0,005	0,016 +/- 0,005	0,018 +/- 0,005	0,027 +/- 0,001	0,038 +/- 0,002	0,058 +/- 0,003	0,150 +/- 0,008	0,011 +/- 0,003	0,014 +/- 0,004	<0,01	0,021 +/- 0,001
	Phosphates	mg/L	<0,01	0,029 +/- 0,002	<0,01	0,029 +/- 0,002	<0,01	0,073 +/- 0,004	<0,01	0,069 +/- 0,004	<0,01	0,029 +/- 0,002	<0,01	0,045 +/- 0,002	0,096 +/- 0,005	0,370 +/- 0,019	<0,01	0,037 +/- 0,002	<0,01	0,049 +/- 0,003
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	<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	0,03 +/- 0,01	<0,02	<0,02	<0,02	0,20 +/- 0,07	0,20 +/- 0,07	0,04 +/- 0,01	<0,02	
Chrome dissous	µg/L	0,11 +/- 0,06	0,40 +/- 0,20	0,70 +/- 0,36	0,50 +/- 0,26	0,19 +/- 0,10	0,50 +/- 0,26	0,22 +/- 0,11	0,40 +/- 0,20	<0,1	0,40 +/- 0,20	<0,1	0,40 +/- 0,20	0,30 +/- 0,15	0,50 +/- 0,26	<0,1	0,30 +/- 0,15	0,13 +/- 0,07	0,50 +/- 0,26	
Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<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	<5	<5	
Mercure dissous	µg/L	0,32 +/- 0,02	0,14 +/- 0,01	<0,01	<0,01	0,023 +/- 0,001	<0,01	0,021 +/- 0,001	<0,01	0,030 +/- 0,002	0,079 +/- 0,004	0,52 +/- 0,03	0,310 +/- 0,016	0,017 +/- 0,001	<0,01	<0,01	<0,01	0,13 +/- 0,01	0,015 +/- 0,001	
Nickel dissous	µg/L	1,6 +/- 0,1	2,1 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	2,2 +/- 0,2	3,8 +/- 0,3	4,0 +/- 0,4	5,7 +/- 0,5	1,1 +/- 0,1	1,4 +/- 0,1	3,5 +/- 0,3	3,7 +/- 0,3	2,7 +/- 0,2	3,8 +/- 0,3	0,9 +/- 0,1	1,2 +/- 0,1	1,3 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	
Plomb dissous	µg/L	0,30 +/- 0,18	0,24 +/- 0,14	0,23 +/- 0,14	0,19 +/- 0,11	0,17 +/- 0,10	0,19 +/- 0,11	<0,15	<0,15	0,19 +/- 0,11	<0,15	0,30 +/- 0,18	0,40 +/- 0,24	0,17 +/- 0,10	<0,15	0,30 +/- 0,18	0,19 +/- 0,11	0,26 +/- 0,15	0,34 +/- 0,20	
Uranium dissous	µg/L	3,2 +/- 0,2	2,50 +/- 0,13	1,4 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	2,7 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1	2,1 +/- 0,1	2,1 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	2,5 +/- 0,1	2,7 +/- 0,1	2,7 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1	<0,1	4,6 +/- 0,2	3,00 +/- 0,15	2,10 +/- 0,11	
Zinc dissous	µg/L	1,1 +/- 0,4	2,9 +/- 1,2	6,2 +/- 0,3	2,1 +/- 0,8	2,1 +/- 0,8	2,7 +/- 1,1	6,0 +/- 0,3	12 +/- 1	4,0 +/- 1,6	2,2 +/- 0,9	5,9 +/- 0,3	2,7 +/- 1,1	7,7 +/- 0,4	11 +/- 1	1,5 +/- 0,6	1,5 +/- 0,6	6,0 +/- 0,3	2,8 +/- 1,1	
Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<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	<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	<0,005	<0,005	
HAP Benzo(ghi)perylène	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	<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	<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	<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	<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	<0,012	<0,012	

valeurs inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté modifié du 17/12/2008

Tableau 9-51 Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 4

		Zone 4												
Paramètres	Unités	Piezomètres intérieurs						Piezomètres extérieurs						
		PO131		PO136		PO153		PO180		PO168		PZ322		
		23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	23/03/2022	21/09/2022	24/03/2022	21/09/2022	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement													
	pH	UpH	5,6 +/- 0,2	5,7 +/- 0,2	5,0 +/- 0,2	5,2 +/- 0,2	6,2 +/- 0,3	6,0 +/- 0,2	5,8 +/- 0,2	5,7 +/- 0,2	6,5 +/- 0,3	6,6 +/- 0,3	5,7 +/- 0,2	5,5 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	211 +/- 6	222 +/- 7	227 +/- 7	195 +/- 6	201 +/- 6	192 +/- 6	200 +/- 6	214 +/- 6	390 +/- 12	413 +/- 12	170 +/- 5	174 +/- 5
	Oxygène dissous	mg/L	7,8 +/- 0,1	7,6 +/- 0,1	7,5 +/- 0,1	6,8 +/- 0,1	9,9 +/- 0,1	9,0 +/- 0,1	7,2 +/- 0,1	6,0 +/- 0,1	4,4 +/- 0,1	4,4 +/- 0,1	10 +/- 1	8,4 +/- 0,1
	Potentiel redox	mV/ENH	422 +/- 17	427 +/- 17	496 +/- 20	427 +/- 17	432 +/- 17	413 +/- 17	382 +/- 15	405 +/- 16	357 +/- 14	301 +/- 12	444 +/- 18	419 +/- 17
	COD	mg/L	0,80 +/- 0,15	0,9 +/- 0,2	1,4 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	0,9 +/- 0,2	1,0 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2	2,9 +/- 0,3	2,7 +/- 0,2	2,3 +/- 0,2	0,9 +/- 0,2	3,0 +/- 0,3
	DCO	mg/L	6,0 +/- 0,7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	MES	mg/L	3,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,3	2,0 +/- 0,2	<2	<2	2,0 +/- 0,2	10 +/- 1	11 +/- 1	72 +/- 4	52 +/- 3	3,0 +/- 0,2	6,0 +/- 0,3
Éléments majeurs	Calcium	mg/L	5,5 +/- 1,3	7,1 +/- 1,7	5,5 +/- 1,3	3,0 +/- 0,7	11 +/- 3	11 +/- 3	6,8 +/- 1,6	7,6 +/- 1,8	17 +/- 4	22 +/- 5	3,3 +/- 0,8	3,6 +/- 0,9
	Chlorures	mg/L	39 +/- 2	44 +/- 2	34 +/- 2	42 +/- 2	27 +/- 1	25 +/- 1	37 +/- 2	43 +/- 2	61 +/- 3	61 +/- 3	31 +/- 2	32 +/- 2
	Nitrates	mg/L	11 +/- 1	10 +/- 1	9,8 +/- 0,5	13 +/- 1	5,0 +/- 0,3	6,5 +/- 0,3	4,4 +/- 0,2	2,9 +/- 0,15	<0,5	<0,5	8,2 +/- 0,4	7,7 +/- 0,4
	Potassium	mg/L	1,9 +/- 0,7	2,2 +/- 0,8	3,0 +/- 1,0	2,0 +/- 0,7	2,4 +/- 0,8	2,7 +/- 0,9	2,1 +/- 0,7	2,2 +/- 0,8	4,9 +/- 1,7	5,6 +/- 1,9	1,8 +/- 0,6	2,3 +/- 0,8
	Sulfates	mg/L	6,6 +/- 0,3	6,0 +/- 0,3	27 +/- 1	17 +/- 1	17 +/- 1	16 +/- 1	12 +/- 1	9,0 +/- 0,5	18 +/- 1	13 +/- 1	16 +/- 1	16 +/- 1
Substances indésirables	Aluminium dissous	µg/L	24 +/- 1	28 +/- 1	230 +/- 12	58 +/- 3	11 +/- 1	12 +/- 1	6,0 +/- 0,3	7,6 +/- 0,4	5,0 +/- 0,3	7,0 +/- 0,4	16 +/- 1	27 +/- 1
	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
	Azote global	mg/L	<3,0	<2,8	<2,7	<3,4	<1,6	<2,0	<1,5	<1,2	<0,6	<0,6	<2,4	<2,2
	Baryum dissous	µg/L	9,0 +/- 1,8	12 +/- 1	37 +/- 2	28 +/- 1	12 +/- 1	12 +/- 1	45 +/- 2	52 +/- 3	50 +/- 3	37 +/- 2	36 +/- 2	39 +/- 2
	Bore dissous	µg/L	12 +/- 1	12 +/- 1	14 +/- 1	12 +/- 1	15 +/- 1	16 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1	23 +/- 1	23 +/- 1	15 +/- 1	15 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	1,5 +/- 0,2	1,5 +/- 0,2	0,8 +/- 0,1	0,8 +/- 0,1	1,5 +/- 0,2	1,2 +/- 0,2	2,5 +/- 0,3	1,2 +/- 0,2	0,7 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	1,4 +/- 0,2	1,0 +/- 0,1
	Fer dissous	µg/L	<2	<2	<2	<2	7,0 +/- 0,4	3,0 +/- 0,6	48 +/- 2	9,5 +/- 0,5	270 +/- 14	370 +/- 19	8,0 +/- 0,4	2,8 +/- 0,5
	Manganese dissous	µg/L	6,0 +/- 0,3	8,0 +/- 0,4	35 +/- 2	30 +/- 2	<1	<1	35 +/- 2	18 +/- 1	5900 +/- 300	11000 +/- 600	19 +/- 1	21 +/- 1,1
	Nitrites	µg/L	<1	<1	4,0 +/- 0,2	2,0 +/- 0,1	6,0 +/- 0,3	<1	9,0 +/- 0,5	<1	5,0 +/- 0,3	4,0 +/- 0,2	2,0 +/- 0,1	<1
	Phosphore total	mg/L	0,038 +/- 0,002	0,042 +/- 0,002	<0,01	<0,01	0,012 +/- 0,003	0,014 +/- 0,004	0,027 +/- 0,001	<0,01	0,17 +/- 0,01	0,098 +/- 0,005	0,010 +/- 0,003	<0,01
	Phosphates	mg/L	0,076 +/- 0,004	0,089 +/- 0,005	<0,01	0,025 +/- 0,01	<0,01	0,040 +/- 0,002	0,021 +/- 0,001	0,021 +/- 0,001	<0,01	0,029 +/- 0,002	<0,01	0,029 +/- 0,002
Toxiques chimiques	Arsenic dissous	µg/L	1,2 +/- 0,1	1,4 +/- 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	0,05 +/- 0,02	0,11 +/- 0,04	0,05 +/- 0,02	<0,02
	Chrome dissous	µg/L	0,13 +/- 0,07	0,40 +/- 0,20	0,15 +/- 0,08	0,40 +/- 0,20	0,26 +/- 0,13	0,60 +/- 0,31	<0,1	0,30 +/- 0,15	0,50 +/- 0,26	1,1 +/- 0,6	0,15 +/- 0,08	0,40 +/- 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	0,025 +/- 0,001	0,029 +/- 0,002	0,45 +/- 0,02	2,7 +/- 0,14	0,033 +/- 0,002	<0,01	0,22 +/- 0,01	0,61 +/- 0,031	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Nickel dissous	µg/L	2,5 +/- 0,2	3,3 +/- 0,3	1,8 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2	1,3 +/- 0,1	1,8 +/- 0,2	2,2 +/- 0,2	2,3 +/- 0,2	1,3 +/- 0,1	3,3 +/- 0,3	2,1 +/- 0,2	1,9 +/- 0,2
	Plomb dissous	µg/L	0,5 +/- 0,3	<0,15	0,40 +/- 0,24	0,4 +/- 0,24	0,20 +/- 0,12	0,4 +/- 0,24	<0,15	0,17 +/- 0,10	0,90 +/- 0,50	1,7 +/- 0,1	<0,15	0,20 +/- 0,12
	Uranium dissous	µg/L	2,6 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	2,8 +/- 0,1	2,2 +/- 0,1	2,5 +/- 0,1	2,0 +/- 0,1	2,7 +/- 0,1	2,3 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1	1,0 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1	2,0 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	13 +/- 1	34 +/- 2	3,1 +/- 1,2	2,3 +/- 0,9	5,0 +/- 2,0	3,0 +/- 1,2	6,0 +/- 0,3	6,0 +/- 0,3	1,8 +/- 0,7	7,4 +/- 0,4	11,0 +/- 0,6	3,1 +/- 1,2
	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

### 9.8.11 Résultats des eaux de surface

Tableau 9-52 Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteurs 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	04/01/2022	≤ 1,40E-02	8,20E-02	≤ 2,20E+00	2,71E+00	7,5
	11/01/2022	1,60E-02	1,00E-01	≤ 2,30E+00	2,62E+00	7,5
	18/01/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	≤ 2,20E+00	2,17E+00	7,4
	25/01/2022	≤ 1,40E-02	7,70E-02	≤ 2,20E+00	1,83E+00	7,6
	01/02/2022	≤ 1,40E-02	4,80E-02	≤ 2,30E+00	1,73E+00	7,7
	08/02/2022	≤ 1,40E-02	5,30E-02	≤ 2,10E+00	1,81E+00	7,7
	15/02/2022	1,80E-02	7,40E-02	≤ 2,20E+00	2,17E+00	7,6
	22/02/2022	2,10E-02	7,60E-02	4,50E+00	2,17E+00	7,6
	01/03/2022	≤ 1,40E-02	7,50E-02	≤ 2,20E+00	2,19E+00	7,7
	08/03/2022	≤ 1,40E-02	7,00E-02	3,00E+00	1,98E+00	7,6
	15/03/2022	≤ 1,40E-02	5,10E-02	≤ 2,10E+00	1,69E+00	7,7
	22/03/2022	≤ 1,40E-02	5,90E-02	≤ 2,10E+00	1,68E+00	7,7
	29/03/2022	≤ 1,40E-02	8,80E-02	≤ 2,10E+00	1,85E+00	7,7
	05/04/2022	≤ 1,40E-02	5,80E-02	≤ 2,20E+00	1,74E+00	7,6
	12/04/2022	≤ 1,40E-02	6,40E-02	≤ 2,10E+00	1,91E+00	7,5
	19/04/2022	≤ 1,40E-02	6,20E-02	≤ 2,20E+00	1,63E+00	7,6
	26/04/2022	≤ 1,40E-02	7,60E-02	≤ 2,20E+00	1,58E+00	7,7
	03/05/2022	≤ 1,40E-02	4,80E-02	≤ 2,10E+00	1,35E+00	7,5
	10/05/2022	≤ 1,40E-02	4,10E-02	≤ 2,20E+00	1,52E+00	7,5
	17/05/2022	≤ 1,40E-02	6,10E-02	≤ 2,20E+00	2,02E+00	7,6
	24/05/2022	1,70E-02	8,30E-02	≤ 2,10E+00	1,76E+00	7,6
	31/05/2022	≤ 1,40E-02	8,00E-02	≤ 2,20E+00	1,92E+00	7,6
	07/06/2022	2,10E-02	1,16E-01	≤ 2,30E+00	2,90E+00	7,5
	14/06/2022	≤ 1,40E-02	6,40E-02	≤ 2,10E+00	1,75E+00	7,5
	21/06/2022	≤ 1,40E-02	6,90E-02	≤ 2,30E+00	1,85E+00	7,4
	28/06/2022	≤ 1,40E-02	6,30E-02	≤ 2,20E+00	2,45E+00	7,4
	05/07/2022	1,90E-02	8,20E-02	≤ 2,30E+00	3,10E+00	7,5
	12/07/2022	≤ 1,40E-02	1,00E-01	≤ 2,30E+00	2,11E+00	7,2
	19/07/2022	≤ 1,40E-02	6,40E-02	6,20E+00	1,96E+00	7,2
	26/07/2022	≤ 1,40E-02	7,70E-02	≤ 2,10E+00	1,34E+00	7,4
	02/08/2022	≤ 1,40E-02	3,80E-02	≤ 2,20E+00	1,58E+00	7,4
	09/08/2022	≤ 1,40E-02	4,80E-02	≤ 2,10E+00	1,90E+00	7,3
	16/08/2022	4,20E-02	2,30E-01	≤ 2,50E+00	5,55E+00	6,7
	23/08/2022	2,50E-02	1,53E-01	≤ 2,40E+00	4,69E+00	7,3
	30/08/2022	≤ 1,40E-02	7,00E-02	≤ 2,20E+00	1,99E+00	7,5
	06/09/2022	≤ 1,40E-02	6,80E-02	≤ 2,20E+00	2,00E+00	7,4
	13/09/2022	≤ 1,40E-02	7,60E-02	≤ 2,20E+00	1,81E+00	7,4
	20/09/2022	≤ 1,40E-02	6,00E-02	≤ 2,40E+00	1,73E+00	7,3
	27/09/2022	≤ 1,40E-02	8,30E-02	≤ 2,20E+00	3,03E+00	7,5
	04/10/2022	≤ 1,40E-02	8,00E-02	≤ 1,90E+00	3,35E+00	7,6
	11/10/2022	≤ 1,40E-02	6,90E-02	≤ 1,80E+00	2,55E+00	7,5
	18/10/2022	≤ 1,40E-02	6,30E-02	≤ 1,90E+00	2,52E+00	7,6
25/10/2022	≤ 1,40E-02	6,70E-02	≤ 2,40E+00	2,55E+00	7,6	
02/11/2022	≤ 1,40E-02	7,90E-02	≤ 2,20E+00	2,39E+00	7,5	
08/11/2022	≤ 1,40E-02	1,40E-01	≤ 2,20E+00	4,26E+00	7,5	
15/11/2022	1,60E-02	1,14E-01	≤ 2,40E+00	3,48E+00	7,6	
22/11/2022	2,50E-02	7,30E-02	≤ 2,20E+00	2,44E+00	7,6	
29/11/2022	2,30E-02	9,20E-02	≤ 2,20E+00	2,55E+00	7,4	
06/12/2022	≤ 1,40E-02	9,70E-02	≤ 2,10E+00	2,53E+00	7,5	
13/12/2022	≤ 1,40E-02	7,00E-02	≤ 2,10E+00	2,44E+00	7,6	
20/12/2022	≤ 1,40E-02	5,10E-02	≤ 2,10E+00	2,28E+00	7,6	
27/12/2022	1,80E-02	1,45E-01	≤ 2,20E+00	2,80E+00	7,5	

Tableau 9-53 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	04/01/2022	≤ 1,40E-02	8,00E-02	≤ 2,30E+00	2,80E+00	7,4
	11/01/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	4,50E+00	2,62E+00	7,4
	18/01/2022	≤ 1,40E-02	9,40E-02	4,00E+00	2,17E+00	7,3
	25/01/2022	≤ 1,40E-02	6,40E-02	4,20E+00	2,00E+00	7,3
	01/02/2022	≤ 1,40E-02	6,30E-02	6,60E+00	1,89E+00	7,5
	08/02/2022	≤ 1,40E-02	7,00E-02	6,90E+00	1,97E+00	7,5
	15/02/2022	≤ 1,40E-02	7,90E-02	6,30E+00	2,17E+00	7,4
	22/02/2022	≤ 1,40E-02	8,50E-02	6,10E+00	2,26E+00	7,4
	01/03/2022	≤ 1,40E-02	8,50E-02	2,50E+00	2,28E+00	7,5
	08/03/2022	≤ 1,40E-02	8,20E-02	3,70E+00	2,16E+00	7,5
	15/03/2022	≤ 1,40E-02	5,10E-02	5,00E+00	1,94E+00	7,5
	22/03/2022	≤ 1,40E-02	4,70E-02	4,30E+00	1,85E+00	7,5
	29/03/2022	≤ 1,40E-02	7,30E-02	3,90E+00	2,10E+00	7,4
	05/04/2022	≤ 1,40E-02	5,90E-02	5,30E+00	2,00E+00	7,5
	12/04/2022	≤ 1,40E-02	7,80E-02	5,70E+00	2,08E+00	7,4
	19/04/2022	≤ 1,40E-02	6,10E-02	3,30E+00	1,90E+00	7,5
	26/04/2022	≤ 1,40E-02	6,80E-02	8,10E+00	1,91E+00	7,5
	03/05/2022	2,20E-02	5,50E-02	7,10E+00	1,67E+00	7,5
	10/05/2022	≤ 1,40E-02	7,80E-02	5,70E+00	1,77E+00	7,4
	17/05/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	6,20E+00	2,19E+00	7,4
	24/05/2022	≤ 1,40E-02	7,50E-02	5,20E+00	2,01E+00	7,5
	31/05/2022	≤ 1,40E-02	7,20E-02	6,80E+00	2,09E+00	7,5
	07/06/2022	≤ 1,40E-02	8,40E-02	6,70E+00	2,54E+00	7,5
	14/06/2022	≤ 1,40E-02	5,10E-02	7,80E+00	1,92E+00	7,5
	21/06/2022	≤ 1,40E-02	6,50E-02	6,40E+00	1,94E+00	7,5
	28/06/2022	≤ 1,40E-02	8,60E-02	7,80E+00	2,45E+00	7,5
	05/07/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	8,80E+00	2,29E+00	7,5
	12/07/2022	≤ 1,40E-02	8,30E-02	5,60E+00	2,11E+00	7,5
	19/07/2022	1,60E-02	9,20E-02	1,06E+01	1,87E+00	7,3
	26/07/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	1,02E+01	1,92E+00	7,5
	02/08/2022	≤ 1,40E-02	8,60E-02	1,19E+01	1,84E+00	7,6
	09/08/2022	≤ 1,40E-02	9,10E-02	1,09E+01	2,66E+00	7,4
	16/08/2022	2,80E-02	1,81E-01	≤ 2,40E+00	5,24E+00	6,8
	23/08/2022	2,10E-02	1,85E-01	9,40E+00	4,59E+00	7,3
	30/08/2022	≤ 1,40E-02	7,30E-02	9,60E+00	2,36E+00	7,5
	06/09/2022	≤ 1,40E-02	7,20E-02	9,70E+00	2,63E+00	7,4
	13/09/2022	≤ 1,40E-02	8,70E-02	9,80E+00	2,57E+00	7,5
	20/09/2022	≤ 1,40E-02	5,00E-02	9,10E+00	2,23E+00	7,5
	27/09/2022	1,60E-02	9,60E-02	7,40E+00	2,84E+00	7,5
	04/10/2022	≤ 1,40E-02	1,13E-01	5,60E+00	2,98E+00	7,5
	11/10/2022	2,00E-02	9,50E-02	8,40E+00	2,55E+00	7,4
	18/10/2022	≤ 1,40E-02	7,10E-02	5,60E+00	2,87E+00	7,6
25/10/2022	≤ 9,70E-03	9,70E-02	4,30E+00	2,63E+00	7,5	
02/11/2022	≤ 1,40E-02	1,16E-01	6,10E+00	3,51E+00	7,1	
08/11/2022	2,50E-02	1,28E-01	≤ 2,30E+00	3,96E+00	7,4	
15/11/2022	≤ 1,40E-02	1,24E-01	3,90E+00	3,48E+00	7,4	
22/11/2022	≤ 1,40E-02	1,24E-01	≤ 2,30E+00	3,27E+00	7,4	
29/11/2022	≤ 1,40E-02	2,50E-01	4,10E+00	2,80E+00	7,3	
06/12/2022	≤ 1,40E-02	6,50E-02	3,80E+00	2,44E+00	7,4	
13/12/2022	≤ 1,40E-02	9,50E-02	2,80E+00	2,62E+00	7,5	
20/12/2022	≤ 1,40E-02	5,60E-02	≤ 2,10E+00	2,45E+00	7,5	
27/12/2022	2,10E-02	8,20E-02	2,80E+00	2,71E+00	7,4	

Tableau 9-54 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux des Roteures (R1) et des eaux du Grand Bel (R3)

	Paramètres	Unités	R1		R3	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022
	pH	UpH	7,1 +/- 0,1	7,1 +/- 0,2	6,9 +/- 0,2	7,8 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	228 +/- 7	212 +/- 6	284 +/- 7	288 +/- 9
	Oxygène dissous	mgO2/L	12 +/- 1	9,7 +/- 0,4	11,5 +/- 0,5	9,6 +/- 0,4
	Potentiel redox	mV/ENH	412 +/- 16	353 +/- 14	507 +/- 20	407 +/- 16
	DBO5	mg/L	3,0 +/- 0,2	<0,5	3,0 +/- 0,2	0,50 +/- 0,03
	DCO	mg/L	8,0 +/- 1,0	6,0 +/- 0,7	<5	12 +/- 1
	COD	mg/L	2,8 +/- 0,3	1,6 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1	1,0 +/- 0,2
	Biodégradabilité	-	3,0 +/- 0,3	<12	<2	24 +/- 2
	MES	mg/L	8,0 +/- 0,4	4,0 +/- 0,2	<2	13,0 +/- 0,7
	Potassium	mg/L	1,6 +/- 0,1	1,8 +/- 0,1	2,5 +/- 0,13	2,9 +/- 0,2
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	7,0 +/- 0,4	6,3 +/- 0,32	27 +/- 1,4	27 +/- 1,4
	Nitrites	µg/L	6,0 +/- 0,3	2,0 +/- 0,1	18 +/- 0,9	5,0 +/- 0,3
	Azote NTK	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote global	mg/L	<2,1	<1,9	<6,6	<6,6
	Phosphates	mg/L	0,041 +/- 0,002	0,13 +/- 0,007	0,15 +/- 0,008	0,15 +/- 0,008
	Aluminium dissous	µg/L	32 +/- 2	38 +/- 1,9	9 +/- 0,45	13 +/- 0,7
	Baryum dissous	µg/L	17 +/- 1	11 +/- 0,6	40 +/- 2	40 +/- 2
	Bore dissous	µg/L	15 +/- 1	14 +/- 0,7	17 +/- 0,9	19 +/- 1
	Cuivre dissous	µg/L	0,90 +/- 0,12	2,4 +/- 0,31	0,7 +/- 0,09	1,4 +/- 0,18
	Fer dissous	µg/L	130 +/- 7	100 +/- 5	<2	4,3 +/- 0,8
	Manganèse dissous	µg/L	4,2 +/- 0,2	3,7 +/- 0,19	2,7 +/- 0,14	<1
Substances toxiques	Arsenic dissous	µg/L	0,20 +/- 0,02	0,30 +/- 0,03	0,30 +/- 0,03	<0,20
	Cadmium dissous	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
	Chrome dissous	µg/L	0,16 +/- 0,08	0,60 +/- 0,31	0,30 +/- 0,15	0,80 +/- 0,41
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Mercuré dissous	µg/L	0,057 +/- 0,003	0,016 +/- 0,001	0,010 +/- 0,001	<0,010
	Nickel dissous	µg/L	1,5 +/- 0,1	1,8 +/- 0,2	1,3 +/- 0,1	1,8 +/- 0,2
	Plomb dissous	µg/L	0,5 +/- 0,3	0,4 +/- 0,2	0,3 +/- 0,2	<0,2
	Uranium dissous	µg/L	2,6 +/- 0,1	3,8 +/- 0,2	2,1 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1
	Zinc dissous	µg/L	4,0 +/- 1,6	3,9 +/- 1,6	2,1 +/- 0,8	6,6 +/- 0,3
	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 9-55 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	04/01/2022	≤ 1,40E-02	1,11E-01	1,75E+02	3,36E+00	7,3
	11/01/2022	≤ 1,40E-02	1,16E-01	1,76E+02	3,08E+00	7,3
	18/01/2022	≤ 1,40E-02	1,23E-01	1,85E+02	2,96E+00	7,5
	25/01/2022	≤ 1,40E-02	1,04E-01	1,93E+02	2,96E+00	7,3
	01/02/2022	≤ 1,40E-02	9,60E-02	1,96E+02	3,02E+00	7,4
	08/02/2022	≤ 1,40E-02	8,10E-02	1,78E+02	2,84E+00	7,3
	15/02/2022	≤ 1,40E-02	8,30E-02	1,88E+02	3,18E+00	7,4
	22/02/2022	1,60E-02	7,60E-02	1,89E+02	3,07E+00	7,4
	01/03/2022	≤ 1,40E-02	8,70E-02	1,92E+02	3,01E+00	7,4
	08/03/2022	≤ 1,40E-02	9,50E-02	1,87E+02	2,97E+00	7,4
	15/03/2022	≤ 1,40E-02	8,30E-02	1,85E+02	2,71E+00	7,3
	22/03/2022	≤ 1,40E-02	1,06E-01	1,88E+02	2,90E+00	6,8
	29/03/2022	≤ 1,40E-02	9,00E-02	1,80E+02	2,90E+00	7,4
	05/04/2022	2,00E-02	1,03E-01	1,90E+02	2,97E+00	7,5
	12/04/2022	≤ 1,40E-02	9,50E-02	1,93E+02	2,97E+00	7,4
	19/04/2022	≤ 1,40E-02	1,09E-01	1,93E+02	2,90E+00	7,5
	26/04/2022	≤ 1,40E-02	8,90E-02	1,90E+02	2,88E+00	7,5
	03/05/2022	≤ 1,40E-02	7,40E-02	1,97E+02	2,70E+00	7,5
	10/05/2022	1,90E-02	7,90E-02	1,96E+02	2,80E+00	7,3
	17/05/2022	≤ 1,40E-02	1,03E-01	1,86E+02	2,72E+00	7,4
	24/05/2022	1,90E-02	7,50E-02	1,97E+02	2,81E+00	7,4
	31/05/2022	≤ 1,40E-02	8,70E-02	1,98E+02	2,88E+00	7,5
	07/06/2022	≤ 1,40E-02	7,80E-02	1,94E+02	2,72E+00	7,5
	14/06/2022	≤ 1,40E-02	9,10E-02	1,96E+02	2,61E+00	7,5
	21/06/2022	≤ 1,40E-02	8,30E-02	1,95E+02	2,37E+00	7,5
	28/06/2022	≤ 1,40E-02	8,90E-02	1,94E+02	2,90E+00	7,5
	05/07/2022	≤ 1,40E-02	9,50E-02	1,91E+02	2,65E+00	7,5
	12/07/2022	≤ 1,40E-02	9,10E-02	1,85E+02	2,81E+00	7,4
	19/07/2022	1,80E-02	9,80E-02	2,06E+02	2,47E+00	7,4
	26/07/2022	≤ 1,40E-02	8,40E-02	1,93E+02	2,44E+00	7,6
	02/08/2022	≤ 1,40E-02	9,20E-02	1,99E+02	2,53E+00	7,5
	09/08/2022	≤ 1,40E-02	1,13E-01	1,90E+02	3,04E+00	7,5
	16/08/2022	≤ 1,40E-02	1,45E-01	1,83E+02	4,53E+00	6,8
	23/08/2022	2,50E-02	1,73E-01	1,46E+02	4,69E+00	7,2
	30/08/2022	2,30E-02	9,60E-02	1,92E+02	3,02E+00	7,6
	06/09/2022	≤ 1,40E-02	8,20E-02	1,84E+02	3,28E+00	7,4
	13/09/2022	≤ 1,40E-02	1,00E-01	1,91E+02	3,20E+00	7,5
	20/09/2022	≤ 1,40E-02	9,40E-02	1,90E+02	3,10E+00	7,4
	27/09/2022	3,40E-02	2,00E-01	1,85E+02	3,21E+00	7,5
	04/10/2022	≤ 1,40E-02	9,60E-02	1,90E+02	3,26E+00	7,4
	11/10/2022	≤ 1,40E-02	1,06E-01	2,08E+02	3,09E+00	7,3
	18/10/2022	≤ 1,40E-02	9,90E-02	1,99E+02	3,15E+00	7,5
25/10/2022	≤ 1,40E-02	1,22E-01	1,70E+02	3,27E+00	7,5	
02/11/2022	≤ 1,40E-02	1,40E-01	1,84E+02	3,61E+00	7,4	
08/11/2022	≤ 1,40E-02	1,54E-01	1,40E+02	3,87E+00	7,3	
15/11/2022	≤ 1,40E-02	4,00E-01	1,65E+02	3,73E+00	7,5	
22/11/2022	≤ 1,40E-02	1,28E-01	1,10E+02	2,36E+00	7,8	
29/11/2022	≤ 1,40E-02	1,17E-01	1,75E+02	3,19E+00	7,2	
06/12/2022	≤ 1,40E-02	2,40E-01	1,71E+02	8,10E+00	7,2	
13/12/2022	≤ 1,40E-02	1,09E-01	1,75E+02	2,90E+00	7,4	
20/12/2022	≤ 1,40E-02	9,00E-02	1,77E+02	3,16E+00	7,4	
27/12/2022	≤ 1,40E-02	9,40E-02	1,68E+02	3,26E+00	7,1	

Tableau 9-56 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	04/01/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	5,9E+01	3,3E+00	7,8
	11/01/2022	≤ 1,4E-02	9,5E-02	5,6E+00	2,6E+00	7,8
	18/01/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	6,9E+00	2,8E+00	7,6
	25/01/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	7,1E+00	2,8E+00	7,6
	01/02/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	6,1E+00	2,8E+00	7,9
	08/02/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	9,9E+00	2,9E+00	7,9
	15/02/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	6,3E+00	3,1E+00	7,8
	22/02/2022	≤ 1,4E-02	9,2E-02	5,4E+00	3,0E+00	7,8
	01/03/2022	≤ 1,4E-02	9,5E-02	4,5E+00	2,9E+00	7,9
	08/03/2022	≤ 1,4E-02	9,5E-02	5,5E+00	2,9E+00	7,9
	15/03/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	6,9E+00	2,7E+00	7,9
	22/03/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,4E+01	2,7E+00	7,9
	29/03/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	8,5E+00	3,0E+00	7,8
	05/04/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	4,4E+00	3,2E+00	7,9
	12/04/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	7,1E+00	3,0E+00	7,8
	19/04/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	8,8E+00	3,0E+00	7,9
	26/04/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	8,7E+00	3,1E+00	7,9
	03/05/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	6,9E+00	2,9E+00	7,8
	10/05/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,5E+01	3,0E+00	7,9
	17/05/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,2E+01	2,9E+00	8,0
	24/05/2022	≤ 1,4E-02	1,6E-01	4,8E+00	3,4E+00	7,8
	31/05/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	1,7E+01	3,6E+00	8,0
	07/06/2022	1,6E-02	1,3E-01	7,2E+00	2,7E+00	7,9
	14/06/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,4E+01	3,6E+00	7,8
	21/06/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	1,0E+01	2,4E+00	7,8
	28/06/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	9,2E+00	2,9E+00	7,9
	05/07/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,2E+01	2,7E+00	8,0
	12/07/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	1,2E+01	3,0E+00	7,9
	19/07/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	2,4E+01	2,6E+00	7,8
	26/07/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,9E+01	2,7E+00	7,9
	02/08/2022	1,9E-02	1,4E-01	1,5E+01	2,8E+00	8,0
	09/08/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,9E+01	3,4E+00	8,0
	16/08/2022	4,2E-02	2,2E-01	9,2E+00	4,1E+00	7,5
	23/08/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,3E+01	3,7E+00	7,9
	30/08/2022	≤ 1,4E-02	1,5E-01	1,4E+01	3,1E+00	8,0
	06/09/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	1,6E+01	3,2E+00	8,0
	13/09/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,4E+01	3,0E+00	7,9
	20/09/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,3E+01	2,9E+00	7,9
	27/09/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,0E+01	2,6E+00	7,8
	04/10/2022	≤ 1,3E-02	1,3E-01	7,9E+00	2,2E+00	7,6
	11/10/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	5,4E+00	2,4E+00	7,6
	18/10/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	5,0E+00	2,3E+00	7,7
25/10/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	5,2E+00	2,4E+00	7,8	
02/11/2022	≤ 1,4E-02	1,0E-01	5,4E+00	2,5E+00	7,8	
08/11/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	4,1E+00	3,0E+00	7,8	
15/11/2022	≤ 1,4E-02	2,6E-01	4,4E+00	1,9E+00	7,8	
22/11/2022	3,1E-02	2,8E-01	2,9E+00	3,4E+00	7,8	
29/11/2022	4,4E-02	4,6E-01	5,8E+00	2,7E+00	7,6	
06/12/2022	≤ 1,4E-02	1,6E-01	6,4E+00	2,7E+00	7,9	
13/12/2022	1,6E-02	1,5E-01	5,8E+00	2,7E+00	7,8	
20/12/2022	≤ 1,4E-02	9,2E-02	6,0E+00	2,6E+00	7,8	
27/12/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	7,7E+01	2,8E+00	8,0	

Tableau 9-57 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 m <sup>3</sup> /h	Volume écoulé m <sup>3</sup>
R6-10	04/01/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	4,3E+01	3,4E+00	7,7	520	44378
	11/01/2022	≤ 1,4E-02	8,9E-02	1,8E+01	3,2E+00	7,6	294	58735
	18/01/2022	2,7E-02	9,9E-02	1,6E+01	2,7E+00	7,4	171	33531
	25/01/2022	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,7E+01	2,7E+00	7,5	142	33575
	01/02/2022	≤ 1,4E-02	7,3E-02	1,3E+01	2,5E+00	7,7	112	20813
	08/02/2022	≤ 1,4E-02	8,7E-02	1,0E+01	2,8E+00	7,7	111	18221
	15/02/2022	1,9E-02	8,2E-02	1,2E+01	2,9E+00	7,7	138	19442
	22/02/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,4E+01	2,9E+00	7,7	141	29606
	01/03/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,6E+01	3,2E+00	7,6	145	89128
	08/03/2022	≤ 1,4E-02	7,6E-02	1,5E+01	2,8E+00	7,7	163	43429
	15/03/2022	≤ 1,4E-02	7,6E-02	1,8E+01	2,5E+00	7,7	153	26651
	22/03/2022	≤ 1,4E-02	6,0E-02	1,3E+01	2,5E+00	7,7	138	27635
	29/03/2022	≤ 1,4E-02	8,8E-02	1,1E+01	3,3E+00	7,5	102	20950
	05/04/2022	2,8E-02	1,0E-01	1,3E+01	2,9E+00	7,6	104	18442
	12/04/2022	≤ 1,4E-02	9,0E-02	1,3E+01	3,1E+00	7,5	104	18005
	19/04/2022	≤ 1,4E-02	6,5E-02	1,3E+01	2,6E+00	7,7	88	18047
	26/04/2022	1,9E-02	8,5E-02	1,0E+01	2,5E+00	7,8	83	13995
	03/05/2022	1,9E-02	1,1E-01	1,2E+01	2,3E+00	7,8	83	58770
	10/05/2022	≤ 1,4E-02	7,7E-02	1,5E+01	2,4E+00	7,8	76	13057
	17/05/2022	2,2E-02	1,4E-01	1,5E+01	2,5E+00	7,8	77	12835
	24/05/2022	≤ 1,4E-02	1,4E-01	1,2E+01	2,8E+00	7,7	69	12934
	31/05/2022	≤ 1,4E-02	9,0E-02	1,5E+01	2,9E+00	7,8	72	11592
	07/06/2022	≤ 1,4E-02	1,2E-01	1,0E+01	3,2E+00	7,8	72	13227
	14/06/2022	≤ 1,4E-02	9,8E-02	1,3E+01	2,5E+00	7,7	75	10074
	21/06/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,3E+01	2,4E+00	7,8	74	11975
	28/06/2022	2,1E-02	1,3E-01	1,2E+01	2,9E+00	7,7	71	12945
	05/07/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,3E+01	2,6E+00	7,8	71	11437
	12/07/2022	2,6E-02	1,4E-01	1,5E+01	3,5E+00	7,6	79	12519
	19/07/2022	1,6E-02	1,1E-01	1,7E+01	2,4E+00	7,7	62	10560
	26/07/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,5E+01	2,3E+00	7,9	27	6420
	02/08/2022	≤ 1,4E-02	1,3E-01	1,5E+01	2,4E+00	7,9	39	5449
	09/08/2022	≤ 1,4E-02	8,6E-02	1,4E+01	2,9E+00	7,8	27	4815
	16/08/2022	7,2E-02	3,8E-01	3,8E+00	1,1E+01	6,9	33	4883
	23/08/2022	2,1E-02	2,1E-01	1,4E+01	6,1E+00	7,6	26	3922
	30/08/2022	1,8E-02	9,6E-02	1,1E+01	2,8E+00	7,9	22	12348
	06/09/2022	2,4E-02	1,1E-01	1,2E+01	3,2E+00	7,9	35	5061
	13/09/2022	≤ 1,4E-02	1,1E-01	1,2E+01	2,9E+00	7,8	25	4585
	20/09/2022	2,4E-02	9,9E-02	1,2E+01	2,8E+00	7,8	18	3057
	27/09/2022	2,8E-02	9,8E-02	1,2E+01	3,2E+00	7,7	23	10285
	04/10/2022	2,6E-02	1,1E-01	1,1E+01	2,8E+00	7,7	46	11444
11/10/2022	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,0E+01	2,8E+00	7,6	39	9493	
18/10/2022	3,2E-02	1,2E-01	9,4E+00	3,0E+00	7,7	48	8664	
25/10/2022	2,0E-02	1,2E-01	1,2E+01	3,3E+00	7,7	64	9236	
02/11/2022	≤ 1,4E-02	1,0E-01	1,1E+01	2,9E+00	7,7	62	23726	
08/11/2022	8,5E-02	4,0E-01	7,7E+00	8,5E+00	7,0	311	27810	
15/11/2022	7,0E-02	4,7E-01	4,7E+00	6,6E+00	7,2	176	22550	
22/11/2022	1,8E-02	1,1E-01	1,1E+01	3,9E+00	7,5	179	28349	
29/11/2022	3,8E-02	4,8E-01	2,3E+01	3,2E+00	7,6	722	71975	
06/12/2022	≤ 1,4E-02	9,3E-02	1,4E+01	3,1E+00	7,6	192	49866	
13/12/2022	≤ 1,4E-02	9,2E-02	1,6E+01	2,4E+00	7,7	172	27784	
20/12/2022	1,6E-02	8,7E-02	1,3E+01	3,4E+00	7,6	184	40285	
27/12/2022	1,9E-02	1,6E-01	4,3E+01	3,7E+00	7,5	820	95090	
Moyenne							132	
Somme								1213604



Tableau 9-58 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	Fraction insoluble	Fraction soluble	Fraction insoluble	
	Activité en Bq/L	Activité en Bq/L	Activité en Bq/L	Activité en Bq/L	
<b>Spectrométrie gamma</b>					
<sup>40</sup> K	≤1,00E-01	≤3,60E-02	≤1,50E-01	≤2,90E-02	6,70E+02 +/- 1,00E+02
<sup>60</sup> Co	≤7,80E-03	≤2,20E-03	≤7,90E-03	≤1,90E-03	≤1,80E-01
<sup>94</sup> Nb	≤7,00E-03	≤2,20E-03	≤8,50E-03	≤1,90E-03	≤1,90E-01
<sup>108m</sup> Ag	≤7,10E-03	≤2,40E-03	≤9,00E-03	≤1,90E-03	≤2,00E-01
<sup>110m</sup> Ag	≤8,90E-03	≤2,90E-03	≤1,00E-02	≤2,10E-03	≤2,20E-01
<sup>134</sup> Cs	≤8,10E-03	≤2,60E-03	≤9,70E-03	≤2,10E-03	≤2,00E-01
<sup>137</sup> Cs	≤6,80E-03	≤2,10E-03	≤8,90E-03	≤2,00E-03	9,70E+00 +/- 1,10E+00
<sup>210</sup> Pb	≤6,70E-02	≤1,50E-02	≤2,40E-01	≤1,60E-02	6,30E+01 +/- 9,00E+00
<sup>212</sup> Pb	≤9,30E-03	≤2,80E-03	≤1,40E-02	≤3,80E-03	5,90E+01 +/- 7,00E+00
<sup>214</sup> Pb	≤1,50E-02	≤4,30E-03	≤2,00E-02	≤4,80E-03	4,12E+01 +/- 4,70E+00
<sup>226</sup> Ra	≤1,80E-01	≤3,00E-02	≤1,70E-01	≤3,50E-02	4,30E+01 +/- 2,20E+01
<sup>228</sup> Ra	≤2,80E-02	≤7,6E-03	≤3,00E-02	≤7,30E-03	6,50E+01 +/- 9,00E+00
<sup>234</sup> Th	≤7,80E-02	≤1,50E-02	≤1,20E-01	≤1,70E-02	6,30E+01 +/- 9,00E+00
<sup>235</sup> U	≤3,10E-02	≤8,40E-03	≤5,10E-02	≤9,10E-03	≤2,00E+00
<sup>241</sup> Am	≤6,60E-03	≤1,70E-03	≤2,00E-02	≤1,80E-03	≤1,10E+00
<b>Spectrométrie alpha</b>					
<sup>226</sup> Ra	≤6,00E-03		8,00E-03 +/- 8,00E-03		
<sup>234</sup> U	1,00E-03 +/- 7,00E-04	5,10E-04 +/- 4,90E-04	4,90E-03 +/- 1,40E-03	5,10E-04 +/- 4,80E-04	1,44E+01 +/- 4,20E+00
<sup>235</sup> U	≤2,00E-04	≤2,20E-04	4,30E-04 +/- 3,80E-04	≤2,20E-04	9,00E-01 +/- 6,00E-01
<sup>238</sup> U	1,50E-03 +/- 7,00E-04	4,30E-04 +/- 4,00E-04	2,20E-03 +/- 9,00E-04	≤1,50E-04	1,23E+01 +/- 3,70E+00
<sup>238</sup> Pu	≤1,20E-04	≤1,80E-04	≤1,10E-04	≤8,20E-05	≤4,40E-02
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	≤1,50E-04	≤8,80E-05	≤1,40E-04	≤8,20E-05	≤7,60E-02
<sup>241</sup> Am	≤2,30E-04	≤1,50E-04	≤2,00E-04	≤1,40E-04	≤1,30E-02
<sup>244</sup> Cm	≤2,30E-04	≤1,20E-04	≤1,00E-04	≤9,60E-05	≤1,30E-02
<b>Scintillation liquide</b>					
<sup>3</sup> H	9,40E+00 +/- 3,20E+00		1,59E+01 +/- 4,00E+00		
<sup>14</sup> C	≤1,40E+00	≤2,20E+00	≤1,40E+00	≤2,20E+00	≤2,20E+01
<sup>36</sup> Cl	≤1,30E-01	≤1,30E-01	≤1,30E-01	≤1,40E-01	≤1,80E+00
<sup>63</sup> Ni	≤3,20E-02	≤5,80E-02	≤1,30E-01	≤3,10E-02	≤3,30E+00
<sup>90</sup> Sr	≤2,20E-02	≤2,90E-02	≤2,10E-02	≤2,30E-02	≤1,80E+00
<sup>99</sup> Tc	≤2,10E-02	≤2,10E-02	≤2,10E-02	≤2,30E-02	≤2,00E+00
<sup>151</sup> Sm	≤3,30E-02	≤3,40E-02	≤1,30E-01	≤9,70E-02	≤5,20E+00
<sup>241</sup> Pu	≤5,00E-02	≤3,80E-02	≤3,10E-02	≤2,90E-02	≤2,20E+01
<b>Spectrométrie X</b>					
<sup>59</sup> Ni	≤7,50E-02	≤8,80E-02	≤6,10E-02	≤6,90E-02	≤1,90E+01
<b>ICP-MS</b>					
<sup>232</sup> Th	≤3,50E-03	≤1,7E-02	≤3,50E-03	≤1,70E-02	5,20E+00 +/- 6,00E-01

Tableau 9-59 Résultats des analyses radiologiques courantes bimensuelles au point de contrôle GPNE (source de la Sainte-Hélène)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Activités volumiques (Bq/L)									Volumes rejetés m <sup>3</sup>
		Indice alpha global Bq/L	Indice bêta global Bq/L	Tritium Bq/L	<sup>60</sup> Co Bq/L	<sup>106</sup> RuRh Bq/L	<sup>125</sup> Sb Bq/L	<sup>134</sup> Cs Bq/L	<sup>137</sup> Cs Bq/L	Potassium mg/L	
GPNE	15/01/2022	≤ 3,2E-02	1,6E-01	1,9E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,0E-02	≤ 5,0E-02	2,60	66867
	01/02/2022	≤ 3,0E-02	1,3E-01	7,3E+00	≤ 6,3E-02	≤ 8,6E-01	≤ 1,4E-01	≤ 5,3E-02	≤ 5,7E-02	2,60	
	15/02/2022	≤ 3,7E-02	1,2E-01	1,0E+01	≤ 5,5E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,2E-01	≤ 3,9E-02	≤ 5,1E-02	3,00	25225
	01/03/2022	≤ 3,3E-02	1,2E-01	8,1E+00	≤ 5,0E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,1E-02	≤ 5,7E-02	2,80	
	15/03/2022	≤ 3,4E-02	9,7E-02	1,2E+01	≤ 4,9E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,5E-01	≤ 5,1E-02	≤ 5,2E-02	2,90	43198
	01/04/2022	≤ 3,3E-02	1,3E-01	6,7E+00	≤ 5,5E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,2E-02	3,10	
	15/04/2022	≤ 3,5E-02	1,7E-01	5,6E+00	≤ 6,1E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,5E-01	≤ 5,2E-02	≤ 6,1E-02	3,20	23458
	01/05/2022	≤ 3,0E-02	≤ 7,4E-02	1,1E+01	≤ 4,8E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,4E-01	≤ 5,0E-02	≤ 5,4E-02	3,30	
	15/05/2022	≤ 3,3E-02	1,1E-01	1,9E+01	≤ 5,2E-02	≤ 8,6E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,8E-02	≤ 5,3E-02	3,00	20138
	01/06/2022	≤ 3,4E-02	1,4E-01	9,7E+00	≤ 5,3E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,1E-02	≤ 5,3E-02	4,40	
	15/06/2022	≤ 3,1E-02	1,6E-01	1,7E+01	≤ 4,6E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,0E-02	≤ 5,3E-02	2,54	21920
	01/07/2022	≤ 3,0E-02	≤ 7,4E-02	1,8E+01	≤ 4,2E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,5E-01	≤ 4,6E-02	≤ 5,2E-02	2,65	
	15/07/2022	≤ 2,8E-02	≤ 7,1E-02	1,5E+01	≤ 4,2E-02	≤ 8,5E-01	≤ 1,5E-01	≤ 5,0E-02	≤ 5,3E-02	2,78	17435
	01/08/2022	≤ 3,3E-02	1,8E-01	2,0E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,2E-02	3,10	
	15/08/2022	≤ 3,5E-02	9,4E-02	1,8E+01	≤ 5,6E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,8E-02	≤ 5,9E-02	3,31	19760
	01/09/2022	≤ 3,6E-02	1,3E-01	1,6E+01	≤ 5,3E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,3E-01	≤ 4,8E-02	≤ 5,4E-02	2,97	
	15/09/2022	≤ 3,3E-02	2,1E-01	1,7E+01	≤ 5,6E-02	≤ 8,6E-01	≤ 1,7E-01	≤ 5,0E-02	≤ 6,0E-02	2,80	18285
	01/10/2022	≤ 3,2E-02	1,6E-01	9,8E+00	≤ 5,6E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,3E-02	2,52	
	14/10/2022	≤ 2,9E-02	≤ 7,4E-02	1,6E+01	≤ 4,7E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,4E-01	≤ 5,0E-02	≤ 5,4E-02	2,13	29269
	01/11/2022	≤ 3,2E-02	1,3E-01	5,7E+00	≤ 5,0E-02	≤ 8,7E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,7E-02	≤ 5,6E-02	2,13	
14/11/2022	≤ 3,2E-02	9,1E-02	1,1E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,9E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,2E-02	≤ 5,1E-02	2,03	90812	
01/12/2022	≤ 3,3E-02	1,9E-01	1,1E+01	≤ 5,1E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,3E-02	≤ 5,6E-02	2,13		
14/12/2022	≤ 3,2E-02	1,7E-01	8,4E+00	≤ 3,9E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,7E-02	≤ 5,0E-02	2,47	85871	
01/01/2023	≤ 3,0E-02	8,3E-02	1,1E+01	≤ 5,4E-02	≤ 8,8E-01	≤ 1,4E-01	≤ 4,4E-02	≤ 5,3E-02	2,10		
<b>Somme</b>											<b>462238</b>

Tableau 9-60 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de la Sainte Hélène en R6 et R6-10

	Paramètres	Unités	R6		R6-10	
Paramètres physico-chimiques	Date de prélèvement		23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022
	pH	UpH	8,0 +/- 0,2	7,9 +/- 0,2	7,7 +/- 0,2	7,7 +/- 0,2
	Conductivité	µS/cm	260 +/- 7	227 +/- 7	317 +/- 7	338 +/- 10
	Oxygène dissous	mg O <sub>2</sub> /L	13 +/- 1	9,0 +/- 0,4	12 +/- 1	9,8 +/- 0,4
	Potentiel redox	mV/ENH	405 +/- 16	393 +/- 16	507 +/- 20	382 +/- 15
	DBO5	mg/L	3,0 +/- 0,2	<0,5	3,0 +/- 0,2	<0,5
	DCO	mg/L	6,0 +/- 0,7	9,0 +/- 1,1	9,0 +/- 1,1	9,0 +/- 1,1
	COD	mg/L	2,1 +/- 0,2	2,5 +/- 0,2	2,3 +/- 0,2	1,8 +/- 0,2
	Bio-dégradabilité	-	2,0 +/- 0,2	<18	3,0 +/- 0,3	<18
	MES	mg/L	4,0 +/- 0,2	5,0 +/- 0,3	3,0 +/- 0,2	4,0 +/- 0,2
	Potassium	mg/L	2,4 +/- 0,12	2,8 +/- 0,14	2,4 +/- 0,12	2,9 +/- 0,15
	Substances indésirables	Nitrates	mg/L	8,3 +/- 0,42	5,1 +/- 0,26	28 +/- 1,4
Nitrites		µg/L	7,0 +/- 0,4	3,0 +/- 0,2	51 +/- 3	69 +/- 4
Azote NTK		mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Azote global		mg/L	<2,4	<1,7	<6,8	<6,8
Phosphates		mg/L	<0,010	0,089 +/- 0,005	0,10 +/- 0,01	0,14 +/- 0,01
Aluminium dissous		µg/L	9,0 +/- 0,5	13 +/- 1	27 +/- 1	19 +/- 1
Baryum dissous		µg/L	27 +/- 1	28 +/- 1	38 +/- 2	39 +/- 2
Bore dissous		µg/L	22 +/- 1	25 +/- 1	22 +/- 1	24 +/- 1
Cuivre dissous		µg/L	2,5 +/- 0,33	3,1 +/- 0,4	1,2 +/- 0,16	1,4 +/- 0,18
Fer dissous		µg/L	25 +/- 1	34 +/- 2	32 +/- 2	29 +/- 2
Manganèse dissous		µg/L	28 +/- 1	1,5 +/- 0,3	4,0 +/- 0,2	<1
Substances toxiques	Arsenic dissous	µg/L	0,30 +/- 0,03	0,80 +/- 0,08	0,30 +/- 0,03	0,20 +/- 0,02
	Cadmium dissous	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
	Chrome dissous	µg/L	0,20 +/- 0,10	0,50 +/- 0,26	0,20 +/- 0,10	0,50 +/- 0,26
	Étain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	<0,010	<0,010	0,011 +/- 0,001	<0,010
	Nickel dissous	µg/L	1,5 +/- 0,1	2,3 +/- 0,2	0,90 +/- 0,08	1,3 +/- 0,1
	Plomb dissous	µg/L	<0,2	<0,2	0,3 +/- 0,2	<0,2
	Uranium dissous	µg/L	1,8 +/- 0,1	1,1 +/- 0,1	2,1 +/- 0,1	0,90 +/- 0,05
	Zinc dissous	µg/L	12 +/- 1	3,4 +/- 1,4	2,9 +/- 1,2	2,9 +/- 1,2
	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 9-61 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	01/02/22	≤7,8E-01	≤6,0E+00	≤1,5E+00	≤6,7E-01	8,8E-01	≤6,2E-01	≤7,6E-01	≤3,5E-01
	03/05/22	≤7,9E-01	≤6,1E+00	≤1,6E+00	≤6,9E-01	≤7,7E-01	≤8,8E-01	≤1,1E+00	≤6,3E-01
	02/08/22	≤7,5E-01	≤6,0E+00	≤1,5E+00	≤6,6E-01	1,20E+00	≤1,1E+00	≤1,2E+00	≤4,4E-01
	02/11/22	≤8,3E-01	≤5,9E+00	≤1,6E+00	≤6,6E-01	≤7,6E-01	≤6,2E-01	≤6,7E-01	≤6,8E-01
SR6	15/02/22	≤3,1E-01	≤4,4E+00	≤6,0E-01	≤2,2E-01	1,0E+01	1,0E-01	3,2E-01	≤3,0E-01
	11/05/22	≤2,8E-01	≤3,9E+00	≤5,8E-01	≤1,9E-01	9,1E+00	≤5,0E-02	2,8E-01	≤3,3E-01
	27/07/22	≤3,1E-01	≤4,3E+00	≤5,8E-01	≤2,0E-01	1,0E+01	≤2,5E-02	2,0E-01	≤3,1E-01
	17/11/22	≤3,9E-01	≤5,7E+00	≤7,7E-01	≤2,8E-01	1,6E+01	1,9E-01	5,2E-01	≤3,9E-01
SR6-10	01/02/22	≤7,9E-01	≤6,2E+00	≤1,6E+00	≤6,7E-01	6,1E+00	≤3,6E+00	≤3,4E+00	≤9,0E-01
	03/05/22	≤8,8E-01	≤7,0E+00	≤1,9E+00	≤7,4E-01	8,0E+00	≤7,7E-01	≤7,2E-01	≤1,1E+00
	02/08/22	≤8,8E-01	≤6,9E+00	≤1,8E+00	≤7,6E-01	8,5E+00	≤4,9E-01	≤5,8E-01	≤4,5E-01
	02/11/22	≤8,2E-01	≤6,2E+00	≤1,7E+00	≤6,9E-01	1,3E+01	≤2,0E+00	≤2,2E+00	≤6,3E-01

Tableau 9-62 Résultats semestriels des analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux

	Paramètre	Unités	SR1		SR3		SR6	
	Date de prélèvement		23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022	23/03/2022	20/09/2022
Caractérisation du sédiment	Fract <2mm	% MS	85 +/- 17	49 +/- 10	72 +/- 14	75 +/- 15	95 +/- 19	84 +/- 17
	Fract <63µm	% MS	8,3 +/- 1,7	NR	8,2 +/- 1,6	NR	10,3 +/- 2,1	NR
	COT	gC/kg MS	11,0 +/- 2,2	5,5 +/- 1,1	12,0 +/- 2,4	12,4 +/- 2,5	36,0 +/- 7,0	70,0 +/- 14,0
Substances toxiques	Aluminium	mg/kg MS	6800 +/- 1400	6700 +/- 1300	4800 +/- 1000	4100 +/- 800	6700 +/- 1300	9300 +/- 1900
	Arsenic	mg/kg MS	5,9 +/- 1,2	7,1 +/- 1,4	3,2 +/- 0,6	<3	5,0 +/- 1,0	8,1 +/- 1,6
	Baryum	mg/kg MS	60 +/- 12	52 +/- 10	69 +/- 14	60 +/- 12	77 +/- 15	129 +/- 26
	Béryllium	mg/kg MS	0,48 +/- 0,10	<3	0,40 +/- 0,08	<3	0,75 +/- 0,15	<3
	Bore	mg/kg MS	5,1 +/- 1,0	<3	2,8 +/- 0,6	<3	4,1 +/- 0,8	5,5 +/- 1,1
	Cadmium	mg/kg MS	0,16 +/- 0,03	<0,3	0,14 +/- 0,03	<0,3	0,34 +/- 0,07	0,48 +/- 0,10
	Chrome	mg/kg MS	10 +/- 2	8,3 +/- 1,7	5,5 +/- 1,1	4,7 +/- 0,9	9,2 +/- 1,8	14 +/- 3
	Cuivre	mg/kg MS	6,2 +/- 1,2	6,2 +/- 1,2	10,1 +/- 2,0	8,8 +/- 1,8	9,8 +/- 2,0	19 +/- 4
	Etain	mg/kg MS	0,68 +/- 0,14	<3	5,40 +/- 1,10	5,10 +/- 1,00	0,78 +/- 0,16	<3
	Fer	mg/kg MS	14600 +/- 2900	14500 +/- 2900	7200 +/- 1400	5700 +/- 1100	9000 +/- 1800	12200 +/- 2400
	Manganèse	mg/kg MS	420 +/- 80	350 +/- 70	152 +/- 30	119 +/- 24	290 +/- 60	580 +/- 120
	Mercure	mg/kg MS	0,15 +/- 0,03	0,14 +/- 0,03	<0,05	<0,05	0,09 +/- 0,02	0,13 +/- 0,03
	Nickel	mg/kg MS	9,5 +/- 1,9	8,8 +/- 1,8	7,1 +/- 1,4	5,0 +/- 1,0	12,5 +/- 2,5	19,0 +/- 3,8
	Plomb	mg/kg MS	12 +/- 2	13 +/- 3	15 +/- 3	15 +/- 3	11 +/- 2	18 +/- 4
	Uranium	mg/kg MS	0,47 +/- 0,09	0,47 +/- 0,09	0,45 +/- 0,09	0,46 +/- 0,09	0,93 +/- 0,19	1,44 +/- 0,29
	Zinc	mg/kg MS	77 +/- 15	94 +/- 19	66 +/- 13	68 +/- 14	145 +/- 29	270 +/- 50
	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	<50	100 +/- 20	<50	74 +/- 15	<50	280 +/- 60
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	100 +/- 20	<50	<50	<50
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	150 +/- 30	70 +/- 14	<50	<50
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/kg MS	<50	<50	73 +/- 15	<50	<50	<50
HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	63 +/- 13	<50	<50	<50	
HAP Fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	180 +/- 36	80 +/- 16	<50	<50	
HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	68 +/- 14	<50	<50	<50	
Somme des HAP(6)	µg/kg MS	<300	<300	630 +/- 130	150 +/- 30	<300	<300	

valeurs inférieures aux seuils de qualité des sédiments définis dans l'arrêté du 9 août 2006

### 9.8.12 Résultats de la surveillance atmosphérique

Tableau 9-63 Résultats des analyses radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique (1/2)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m <sup>3</sup>	Indice bêta global Bq/m <sup>3</sup>	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m <sup>3</sup>	Indice bêta global Bq/m <sup>3</sup>
AS1	03/01/2022	2,70E-05	4,90E-04	AS1	01/04/22	1,30E-05	2,80E-04
	04/01/2022	1,50E-05	2,50E-04		04/04/22	1,40E-05	2,90E-04
	05/01/2022	1,60E-05	2,50E-04		05/04/22	≤6,87E-06	1,49E-04
	06/01/2022	2,30E-05	3,60E-04		06/04/22	1,50E-05	3,90E-04
	07/01/2022	1,30E-05	3,50E-04		07/04/22	2,20E-05	2,00E-04
	10/01/2022	8,00E-06	2,30E-04		08/04/22	1,00E-05	2,40E-04
	11/01/2022	≤6,68E-06	9,30E-05		11/04/22	1,60E-05	3,40E-04
	12/01/2022	7,00E-06	1,50E-04		12/04/22	5,20E-05	7,00E-04
	13/01/2022	1,20E-05	2,30E-04		13/04/22	2,30E-05	4,00E-04
	14/01/2022	2,20E-05	2,40E-04		14/04/22	8,00E-06	2,20E-04
	17/01/2022	2,20E-05	6,30E-04		15/04/22	1,00E-05	2,30E-04
	18/01/2022	2,00E-05	3,90E-04		18/04/22	1,70E-05	3,00E-04
	19/01/2022	1,90E-05	2,70E-04		19/04/22	1,80E-05	3,30E-04
	20/01/2022	1,50E-05	3,20E-04		20/04/22	3,60E-05	3,50E-04
	21/01/2022	1,20E-05	3,40E-04		21/04/22	6,00E-05	6,60E-04
	24/01/2022	2,00E-05	4,30E-04		22/04/22	5,00E-05	5,70E-04
	25/01/2022	3,70E-05	6,10E-04		25/04/22	3,20E-05	5,40E-04
	26/01/2022	3,80E-05	7,00E-04		26/04/22	3,70E-05	6,20E-04
	27/01/2022	4,10E-05	8,00E-04		27/04/22	3,60E-05	6,40E-04
	28/01/2022	1,80E-05	2,90E-04		28/04/22	2,70E-05	4,50E-04
	31/01/2022	9,00E-06	1,90E-04		29/04/22	4,20E-05	5,50E-04
	01/02/2022	1,30E-05	2,90E-04		02/05/22	4,70E-05	5,90E-04
	02/02/2022	≤6,56E-06	1,24E-04		03/05/22	9,00E-05	9,00E-04
	03/02/2022	1,40E-05	3,50E-04		04/05/22	5,20E-05	8,00E-04
	04/02/2022	1,20E-05	2,40E-04		05/05/22	1,60E-05	2,40E-04
	07/02/2022	9,00E-06	2,40E-04		06/05/22	3,70E-05	5,00E-04
	08/02/2022	≤6,48E-06	1,33E-04		09/05/22	2,90E-05	2,70E-04
	09/02/2022	≤6,37E-06	8,40E-05		10/05/22	5,10E-05	6,80E-04
	10/02/2022	≤6,38E-06	9,10E-05		11/05/22	2,70E-05	3,30E-04
	11/02/2022	≤6,56E-06	2,09E-04		12/05/22	3,10E-05	3,10E-04
	14/02/2022	1,20E-05	2,70E-04		13/05/22	3,20E-05	2,70E-04
15/02/2022	≤6,80E-06	1,34E-04	16/05/22	4,60E-05	5,90E-04		
16/02/2022	≤6,25E-06	1,21E-04	17/05/22	2,80E-05	5,30E-04		
17/02/2022	1,60E-05	2,40E-04	18/05/22	2,50E-05	4,70E-04		
18/02/2022	1,00E-05	2,80E-04	19/05/22	2,20E-05	3,50E-04		
21/02/2022	8,00E-06	3,10E-04	20/05/22	1,60E-05	2,00E-04		
22/02/2022	3,20E-05	6,00E-04	23/05/22	2,40E-05	3,40E-04		
23/02/2022	1,50E-05	4,90E-04	24/05/22	1,70E-05	3,00E-04		
24/02/2022	≤7,49E-06	3,67E-04	25/05/22	1,40E-05	1,50E-04		
25/02/2022	≤6,97E-06	2,01E-04	27/05/22	2,60E-05	2,80E-04		
28/02/2022	1,10E-05	2,70E-04	30/05/22	1,90E-05	2,90E-04		
01/03/2022	1,70E-05	3,50E-04	31/05/22	2,20E-05	2,70E-04		
02/03/2022	3,60E-05	7,00E-04	01/06/22	1,80E-05	2,60E-04		
03/03/2022	3,30E-05	8,00E-04	02/06/22	1,10E-05	2,30E-04		
04/03/2022	2,00E-05	4,00E-04	03/06/22	2,60E-05	3,30E-04		
07/03/2022	1,70E-05	3,10E-04	06/06/22	2,70E-05	2,90E-04		
08/03/2022	6,60E-05	8,00E-04	07/06/22	1,20E-05	2,10E-04		
09/03/2022	3,00E-05	6,00E-04	08/06/22	≤6,81E-06	7,90E-05		
10/03/2022	1,90E-05	3,70E-04	09/06/22	9,00E-06	1,70E-04		
11/03/2022	2,70E-05	4,90E-04	10/06/22	9,00E-06	1,00E-04		
14/03/2022	1,10E-05	2,50E-04	13/06/22	2,00E-05	2,70E-04		
15/03/2022	3,00E-05	6,30E-04	14/06/22	1,80E-05	2,70E-04		
16/03/2022	1,10E-04	8,00E-04	15/06/22	3,70E-05	4,20E-04		
17/03/2022	5,20E-05	4,00E-04	16/06/22	5,80E-05	6,40E-04		
18/03/2022	9,00E-06	2,30E-04	17/06/22	5,10E-05	9,00E-04		
21/03/2022	4,90E-05	5,60E-04	20/06/22	6,10E-05	7,00E-04		
22/03/2022	5,20E-05	7,00E-04	21/06/22	≤7,39E-06	1,33E-04		
23/03/2022	1,00E-04	1,30E-03	22/06/22	2,30E-05	1,30E-04		
24/03/2022	1,10E-04	1,70E-03	23/06/22	≤7,58E-06	3,26E-04		
25/03/2022	1,50E-04	2,00E-03	24/06/22	3,00E-05	4,40E-04		
28/03/2022	1,00E-04	8,00E-04	27/06/22	1,40E-05	2,50E-04		
29/03/2022	1,40E-04	9,00E-04	28/06/22	1,40E-05	1,30E-04		
30/03/2022	8,00E-05	8,00E-04	29/06/22	2,20E-05	2,70E-04		
31/03/2022	6,00E-05	7,00E-04	30/06/22	8,00E-06	1,10E-04		

Tableau 9-63 Résultats des analyses radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique (2/2)

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m <sup>3</sup>	Indice bêta global Bq/m <sup>3</sup>	Point de prélèvement	Date de prélèvement	Indice alpha global Bq/m <sup>3</sup>	Indice bêta global Bq/m <sup>3</sup>
AS1	01/07/22	8,00E-06	9,00E-05	AS1	03/10/22	1,70E-05	3,10E-04
	04/07/22	1,90E-05	1,30E-04		04/10/22	1,60E-05	3,10E-04
	05/07/22	≤6,96E-06	1,70E-04		05/10/22	1,90E-05	4,80E-04
	06/07/22	1,70E-05	2,20E-04		06/10/22	2,50E-05	3,80E-04
	07/07/22	2,00E-05	2,90E-04		07/10/22	1,30E-05	1,50E-04
	08/07/22	1,90E-05	1,50E-04		10/10/22	1,50E-05	3,80E-04
	11/07/22	2,40E-05	3,30E-04		11/10/22	1,30E-05	3,10E-04
	12/07/22	3,30E-05	4,80E-04		12/10/22	2,20E-05	3,40E-04
	13/07/22	3,80E-05	6,50E-04		13/10/22	1,70E-05	4,00E-04
	15/07/22	2,90E-05	4,20E-04		14/10/22	1,70E-05	3,80E-04
	18/07/22	6,80E-05	4,60E-04		17/10/22	1,70E-05	3,10E-04
	19/07/22	9,00E-05	1,10E-03		18/10/22	≤6,96E-06	2,67E-04
	20/07/22	1,40E-04	1,10E-03		19/10/22	4,00E-05	7,00E-04
	21/07/22	4,50E-05	4,90E-04		20/10/22	4,10E-05	9,00E-04
	22/07/22	3,50E-05	2,60E-04		21/10/22	2,00E-05	3,10E-04
	25/07/22	2,20E-05	2,70E-04		24/10/22	1,10E-05	2,20E-04
	26/07/22	≤7,14E-06	8,20E-05		25/10/22	≤6,93E-06	1,70E-04
	27/07/22	3,40E-05	3,20E-04		26/10/22	1,90E-05	4,00E-04
	28/07/22	3,20E-05	3,30E-04		27/10/22	1,70E-05	4,20E-04
	29/07/22	3,50E-05	3,40E-04		28/10/22	8,00E-05	1,30E-03
	01/08/22	2,50E-05	3,20E-04		31/10/22	3,90E-05	5,10E-04
	02/08/22	1,50E-05	1,70E-04		02/11/22	3,30E-05	4,50E-04
	03/08/22	4,40E-05	3,30E-04		03/11/22	1,50E-05	4,10E-04
	04/08/22	3,40E-05	4,00E-04		04/11/22	1,10E-05	1,80E-04
	05/08/22	1,50E-05	1,70E-04		07/11/22	6,00E-06	2,20E-04
	08/08/22	2,70E-05	2,60E-04		08/11/22	3,50E-05	7,00E-04
	09/08/22	2,40E-05	4,00E-04		09/11/22	≤7,59E-06	1,37E-04
	10/08/22	2,30E-05	3,70E-04		10/11/22	≤7,22E-06	1,73E-04
	11/08/22	3,50E-05	4,70E-04		11/11/22	2,20E-05	4,00E-04
	12/08/22	5,10E-05	8,00E-04		14/11/22	≤2,97E-06	9,40E-04
15/08/22	8,00E-05	1,00E-03	15/11/22	2,90E-05	5,20E-04		
16/08/22	5,20E-05	1,00E-03	16/11/22	2,70E-05	2,70E-04		
17/08/22	5,20E-05	1,00E-03	17/11/22	≤7,25E-06	1,32E-04		
18/08/22	3,90E-05	6,10E-04	18/11/22	≤6,73E-06	1,36E-04		
19/08/22	3,10E-05	2,30E-04	21/11/22	7,00E-06	2,30E-04		
22/08/22	2,50E-05	4,20E-04	22/11/22	8,00E-06	1,60E-04		
23/08/22	≤6,46E-06	6,50E-05	23/11/22	≤7,28E-06	1,31E-04		
24/08/22	2,20E-05	2,60E-04	24/11/22	≤8,21E-06	1,94E-04		
25/08/22	7,00E-06	1,70E-04	25/11/22	8,00E-06	2,30E-04		
26/08/22	1,70E-05	2,70E-04	28/11/22	1,10E-05	1,80E-04		
29/08/22	2,00E-05	2,70E-04	29/11/22	1,00E-05	1,10E-04		
30/08/22	2,40E-05	3,80E-04	30/11/22	1,20E-05	1,30E-04		
31/08/22	2,00E-05	4,70E-04	01/12/22	8,00E-06	3,00E-04		
01/09/22	1,80E-05	4,00E-04	02/12/22	2,70E-05	6,40E-04		
02/09/22	6,00E-05	9,00E-04	05/12/22	3,30E-05	8,00E-04		
05/09/22	4,90E-05	9,00E-04	06/12/22	3,70E-05	1,00E-03		
06/09/22	2,80E-05	5,80E-04	07/12/22	2,20E-05	3,90E-04		
07/09/22	≤8,18E-06	2,60E-04	08/12/22	1,40E-05	2,10E-04		
08/09/22	1,20E-05	2,20E-04	09/12/22	2,00E-05	2,20E-04		
09/09/22	≤7,31E-06	2,19E-04	12/12/22	8,00E-06	1,90E-04		
12/09/22	1,50E-05	3,20E-04	13/12/22	3,00E-05	7,00E-04		
13/09/22	3,20E-05	7,00E-04	14/12/22	4,40E-05	7,00E-04		
14/09/22	1,40E-05	2,90E-04	15/12/22	1,90E-05	5,40E-04		
15/09/22	1,80E-05	2,90E-04	16/12/22	1,10E-05	2,50E-04		
16/09/22	1,60E-05	3,50E-04	19/12/22	1,30E-05	4,10E-04		
19/09/22	1,50E-05	2,80E-04	20/12/22	≤6,97E-06	3,64E-04		
20/09/22	2,80E-05	2,80E-04	21/12/22	9,00E-06	1,70E-04		
21/09/22	2,90E-05	3,80E-04	22/12/22	≤6,71E-06	7,70E-05		
22/09/22	2,70E-05	4,20E-04	23/12/22	7,00E-06	1,10E-04		
23/09/22	3,40E-05	6,10E-04	26/12/22	6,00E-06	1,80E-04		
26/09/22	1,70E-05	3,30E-04	27/12/22	1,30E-05	2,90E-04		
27/09/22	1,20E-05	3,20E-04	28/12/22	≤6,98E-06	2,35E-04		
28/09/22	3,50E-05	6,50E-04	29/12/22	≤7,17E-06	1,10E-04		
29/09/22	9,00E-06	1,50E-04	30/12/22	1,00E-05	1,40E-04		
30/09/22	1,10E-05	1,60E-04					

Tableau 9-64 Résultats des mesures complémentaires gamma sur filtre ayant une valeur bêta global supérieur à 2mBq/m<sup>3</sup>

Point de prélèvement	Date de prélèvement	<sup>7</sup> Be Bq/m <sup>3</sup>	<sup>40</sup> K Bq/m <sup>3</sup>	<sup>60</sup> Co Bq/m <sup>3</sup>	<sup>134</sup> Cs Bq/m <sup>3</sup>	<sup>137</sup> Cs Bq/m <sup>3</sup>	<sup>210</sup> Pb Bq/m <sup>3</sup>
AS1	25/03/2022	1,3E-02	≤1,1E-03	≤6,3E-05	≤5,4E-05	≤6,0E-05	2,0E-03



Tableau 9-65 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 <sup>3</sup>	HT Bq/m <sup>3</sup>	H3 global Bq/m <sup>3</sup>	Point de prélèvement	Date de prélèvement	HTO Bq/m <sup>3</sup>	HT Bq/m <sup>3</sup>	H3 global Bq/m <sup>3</sup>
AS1	10/01/2022	1,4E-01	2,6E-01	4,0E-01	AS1	11/07/2022	≤9,0E-02	≤7,7E-02	≤1,7E-01
	17/01/2022	≤8,4E-02	≤8,2E-02	≤1,7E-01		18/07/2022	≤8,5E-02	≤7,9E-02	≤1,6E-01
	24/01/2022	≤8,1E-02	≤8,2E-02	≤1,6E-01		25/07/2022	≤8,4E-02	1,3E-01	≤2,1E-01
	31/01/2022	1,5E-01	2,3E-01	3,8E-01		01/08/2022	3,1E-01	2,6E-01	5,7E-01
	07/02/2022	1,0E-01	1,2E-01	2,2E-01		08/08/2022	1,3E-01	3,4E-01	4,7E-01
	14/02/2022	≤7,8E-02	≤7,8E-02	≤1,6E-01		15/08/2022	≤8,8E-02	≤7,7E-02	≤1,7E-01
	21/02/2022	2,5E-01	4,0E-01	6,5E-01		22/08/2022	1,1E-01	1,0E-01	2,1E-01
	28/02/2022	1,1E-01	9,0E-02	2,0E-01		29/08/2022	≤9,3E-02	1,0E-01	≤1,9E-01
	07/03/2022	≤7,9E-02	≤7,7E-02	≤1,6E-01		05/09/2022	≤9,4E-02	≤8,0E-02	≤1,7E-01
	14/03/2022	≤7,6E-02	≤7,5E-02	≤1,5E-01		12/09/2022	2,3E-01	≤8,1E-02	≤3,1E-01
	21/03/2022	≤7,4E-02	≤7,6E-02	≤1,5E-01		19/09/2022	≤8,7E-02	≤7,9E-02	≤1,7E-01
	28/03/2022	≤7,8E-02	≤8,0E-02	≤1,6E-01		26/09/2022	1,2E-01	≤8,0E-02	≤2,0E-01
	04/04/2022	≤7,1E-02	≤7,7E-02	≤1,5E-01		03/10/2022	1,3E-01	≤7,6E-02	≤2,1E-01
	11/04/2022	2,2E-01	4,8E-01	7,0E-01		10/10/2022	≤8,3E-02	≤8,3E-02	≤1,7E-01
	18/04/2022	≤8,0E-02	≤7,9E-02	≤1,6E-01		17/10/2022	1,0E-01	≤7,7E-02	≤1,8E-01
	25/04/2022	≤7,8E-02	≤7,5E-02	≤1,5E-01		24/10/2022	≤8,8E-02	≤8,3E-02	≤1,7E-01
	02/05/2022	≤7,7E-02	≤7,6E-02	≤1,5E-01		31/10/2022	≤8,7E-02	≤7,7E-02	≤1,6E-01
	09/05/2022	1,1E-01	3,4E-01	4,5E-01		07/11/2022	1,3E-01	≤7,9E-02	≤2,1E-01
	16/05/2022	2,0E-01	≤8,0E-02	≤2,8E-01		14/11/2022	≤8,4E-02	≤7,9E-02	≤1,6E-01
	23/05/2022	1,6E-01	≤8,0E-02	≤2,4E-01		21/11/2022	1,8E-01	2,1E-01	3,9E-01
	30/05/2022	5,6E-01	6,7E-01	1,2E+00		28/11/2022	3,1E-01	1,9E-01	5,0E-01
	06/06/2022	≤8,3E-02	≤8,1E-02	≤1,6E-01		05/12/2022	≤7,3E-02	≤7,5E-02	≤1,5E-01
	13/06/2022	3,3E-01	3,8E-01	7,1E-01		12/12/2022	≤6,9E-02	≤7,7E-02	≤1,5E-01
	20/06/2022	1,2E-01	≤8,0E-02	≤2,0E-01		19/12/2022	≤7,4E-02	≤7,8E-02	≤1,5E-01
27/06/2022	≤8,0E-02	≤7,8E-02	≤1,6E-01	26/12/2022	≤8,3E-02	≤7,6E-02	≤1,6E-01		
04/07/2022	2,9E-01	3,7E-01	6,6E-01	02/01/2023	≤7,9E-02	≤7,8E-02	≤1,6E-01		

Tableau 9-66 Résultats des analyses par spectrométrie gamma des végétaux de la couverture du CSM

Points de prélèvement	Date de prélèvement	<sup>7</sup> Be Bq/kg sec	<sup>40</sup> K Bq/kg sec	<sup>60</sup> Co Bq/kg sec	<sup>106</sup> RuRh Bq/kg sec	<sup>125</sup> Sb Bq/kg sec	<sup>134</sup> Cs Bq/kg sec	<sup>137</sup> Cs Bq/kg sec
V1	07/01/22	1,91E+03 +/- 2,80E+02	1,04E+03 +/- 9,00E+01	≤6,40E-01	≤4,00E+00	≤1,40E+00	≤5,50E-01	≤4,60E-01
	07/02/22	7,50E+02 +/- 1,10E+02	2,73E+02 +/- 2,40E+01	≤4,80E-01	≤3,10E+00	≤1,10E+00	≤4,60E-01	≤3,50E-01
	09/03/22	6,80E+02 +/- 1,00E+02	8,80E+02 +/- 7,00E+01	≤6,30E-01	≤4,10E+00	≤1,30E+00	≤5,30E-01	≤4,60E-01
	07/04/22	6,60E+02 +/- 1,00E+02	7,60E+02 +/- 6,00E+01	≤6,00E-01	≤3,80E+00	≤1,30E+00	≤5,30E-01	≤4,40E-01
	06/05/22	1,83E+02 +/- 2,90E+01	7,90E+02 +/- 8,00E+01	≤6,10E-01	≤3,80E+00	≤1,20E+00	≤5,40E-01	≤4,50E-01
	03/06/22	1,61E+02 +/- 2,40E+01	5,50E+02 +/- 4,70E+01	≤5,40E-01	≤3,30E+00	≤1,10E+00	≤4,80E-01	≤3,90E-01
	07/07/22	1,56E+02 +/- 1,90E+01	7,30E+02 +/- 9,00E+01	≤4,70E-01	≤3,40E+00	≤8,70E-01	≤3,70E-01	≤4,00E-01
	04/08/22	3,20E+02 +/- 5,00E+01	2,47E+02 +/- 2,70E+01	≤5,30E-01	≤3,50E+00	≤1,10E+00	≤5,30E-01	≤4,00E-01
	05/09/22	2,68E+02 +/- 4,20E+01	8,40E+02 +/- 9,00E+01	≤6,00E-01	≤3,80E+00	≤1,20E+00	≤5,40E-01	≤4,30E-01
	10/10/22	5,70E+02 +/- 7,00E+01	7,90E+02 +/- 1,00E+02	≤5,00E-01	≤3,60E+00	≤9,10E-01	≤3,80E-01	≤4,10E-01
	10/11/22	5,90E+02 +/- 7,00E+01	4,90E+02 +/- 6,00E+01	≤4,10E-01	≤3,20E+00	≤8,10E-01	≤3,40E-01	≤3,50E-01
09/12/22	1,72E+03 +/- 2,20E+02	5,50E+02 +/- 7,00E+01	≤4,60E-01	≤3,30E+00	≤9,60E-01	≤3,60E-01	≤3,90E-01	
V2	07/01/22	1,84E+03 +/- 2,70E+02	1,12E+03 +/- 9,00E+01	≤7,20E-01	≤4,40E+00	≤1,50E+00	≤6,10E-01	≤4,90E-01
	07/02/22	5,60E+02 +/- 6,00E+01	1,77E+02 +/- 2,30E+01	≤4,20E-01	≤3,10E+00	≤8,30E-01	≤3,50E-01	≤3,70E-01
	09/03/22	7,50E+02 +/- 1,10E+02	1,06E+03 +/- 9,00E+01	≤6,90E-01	≤4,30E+00	≤1,40E+00	≤5,90E-01	≤4,90E-01
	07/04/22	4,26E+02 +/- 4,30E+01	7,50E+02 +/- 8,00E+01	≤4,80E-01	≤3,40E+00	≤8,90E-01	≤3,70E-01	≤4,00E-01
	06/05/22	1,93E+02 +/- 1,40E+01	6,14E+02 +/- 3,10E+01	≤5,10E-01	≤3,50E+00	≤9,00E-01	≤3,80E-01	≤4,10E-01
	03/06/22	3,52E+02 +/- 2,00E+01	5,44E+02 +/- 2,80E+01	≤4,70E-01	≤3,30E+00	≤8,70E-01	≤3,60E-01	≤3,80E-01
	07/07/22	1,89E+02 +/- 3,00E+01	9,40E+02 +/- 1,00E+02	≤6,30E-01	≤4,00E+00	≤1,30E+00	≤5,80E-01	≤4,60E-01
	04/08/22	3,06E+02 +/- 3,70E+01	2,15E+02 +/- 2,70E+01	≤4,10E-01	≤3,10E+00	≤8,00E-01	≤3,40E-01	≤3,60E-01
	05/09/22	1,92E+02 +/- 2,20E+01	1,02E+03 +/- 1,10E+02	≤5,10E-01	≤3,50E+00	≤8,90E-01	≤3,70E-01	≤4,10E-01
	10/10/22	7,10E+02 +/- 1,10E+02	9,50E+02 +/- 1,00E+02	≤6,50E-01	≤4,20E+00	≤1,30E+00	≤5,90E-01	≤4,80E-01
	10/11/22	7,80E+02 +/- 1,20E+02	5,70E+02 +/- 6,00E+01	≤6,00E-01	≤3,80E+00	≤1,30E+00	≤5,50E-01	≤4,60E-01
09/12/22	1,42E+03 +/- 1,70E+02	5,50E+02 +/- 7,00E+01	≤4,50E-01	≤3,30E+00	≤9,20E-01	≤3,60E-01	≤4,00E-01	

Tableau 9-67 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	78	104	94	101	91	97	86	88	111	104	114	111
D05	78	89	81	86	78	97	86	88	83	89	88	97
D07	91	104	94	101	91	97	101	101	97	104	101	97
D09	91	104	108	101	104	111	115	114	97	104	101	97
D11	91	74	108	86	91	97	101	114	97	89	88	97
D14	78	104	94	101	91	97	101	88	97	104	101	97
D17	78	89	94	86	91	97	101	101	97	104	101	83
D18	78	104	94	86	104	111	101	101	97	104	88	97
D19	78	89	94	86	78	97	86	88	97	89	88	83
D21	78	104	94	86	91	97	101	101	97	89	101	97
DSTATION	78	104	108	101	91	97	101	101	97	104	114	97

Tableau 9-68 Résultats des mesures de radon atmosphériques

Point de prélèvement	Date de prélèvement	Radon Bq/m <sup>3</sup>
Rn1n	31/01/2022	2,0E+00
	28/02/2022	2,1E+00
	31/03/2022	3,1E+00
	29/04/2022	2,6E+00
	31/05/2022	2,8E+00
	30/06/2022	3,7E+00
	29/07/2022	6,3E+00
	31/08/2022	6,2E+00
	29/09/2022	3,6E+00
	28/10/2022	2,8E+00
	30/11/2022	3,8E+00
30/12/2022	2,7E+00	
Rn2s	31/01/2022	1,2E+00
	28/02/2022	5,6E-01
	31/03/2022	2,1E+00
	29/04/2022	1,2E+00
	31/05/2022	1,1E+00
	30/06/2022	1,5E+00
	29/07/2022	1,9E+00
	31/08/2022	1,6E+00
	29/09/2022	1,8E+00
	28/10/2022	1,8E+00
	30/11/2022	2,1E+00
30/12/2022	3,2E+00	

## 9.9 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/m<sup>2</sup> et par an** (valeur retenue comme domaine d'exploitation dans les RGE (26).

### 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.

## 9.10 Erratum bilan 2021

**Erratum n° 1** : page 83 § 4.3.4.2, tableau 4-7, les dates de réalisation des mesures de débits dans les BRS des galeries ouest et centrale ne sont pas les bonnes. Les dates de mesures sont les suivantes :

mars-21	juin-21	sept-21	oct-21	déc-21
mL/min	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min

**Erratum n° 2** : page 85 § 4.3.4.3, le débit moyen annuel au BRS-ES pour 2021 est de 3,7 mL/min et non 2,5 mL/min (qui est la moyenne des débits ponctuels).

*En 2021, le débit annuel moyen au point BRS-ES est en diminution par rapport à 2020, respectivement 3,7 mL/min et 6 mL/min. Les valeurs de débit mesurés au BRS-ES sont cohérentes avec la pluviométrie constatée cette année. Il est à noter une diminution des volumes écoulés en fin d'année 2021.*

**Erratum n° 3** : page 99 § 4.4.3.3, tableau 4-17, l'unité de la limite autorisés de rejet des MES n'est pas bonne. Il est écrit 30g/L au lieu de 30mg/L. Toutefois, les résultats fournis sont à la bonne unité et respectent les seuils de rejet.

**Erratum n°4** : page 111 §4.6.3, la conductivité moyenne des effluents de la CMED en 2021 est de 550 µS/cm et non 486 µS/cm comme écrit.

*La minéralité de ces effluents est stable par rapport aux années précédentes (la conductivité moyenne est de 550 µS/cm en 2021) ; le milieu est légèrement alcalin.*

**Erratum n°5** : page 113 §4.7.3, la conductivité moyenne des effluents du RD12 en 2021 est de 323 µS/cm et non 444 µS/cm comme écrit.

*La minéralité de ces effluents est stable par rapport aux années précédentes (la conductivité moyenne est de 323 µS/cm en 2021) ; le milieu est légèrement alcalin.*

**Erratum n° 6** : page 145 § 5.2.5.1, la valeur minimale des moyenne des indices bêta global dans la zone 3 est inférieure au SD ( $\leq 0,06$  Bq/l) et non 0,03 Bq/L comme écrit.

*Les indicateurs de suivi des activités alpha global et bêta global présentent des valeurs moyennes comprises entre le SD et 0,22 Bq/L pour l'activité alpha global et entre SD et 0,35 Bq/L pour l'activité bêta global.*

**Erratum n° 7** : page 150 § 5.2.6.1, la valeur maximale des moyenne des indices bêta global dans la zone 4 est de 0,45 et non 0,75 Bq/L comme écrit.

*Les indicateurs de suivi des activités alpha global et bêta global présentent des valeurs moyennes comprises entre le SD et 0,26 Bq/L pour l'activité alpha global et entre le SD et 0,45 Bq/L pour l'activité bêta global.*

**Erratum n° 8** : page 150 § 5.2.7.1, tableau 5-11, les résultats des piézomètres PO142 et PO180 sont inversés. Les bonnes valeurs sont :

Point de prélèvement	Moyenne alpha (Bq/L)	Max alpha (Bq/L)	Moyenne bêta (Bq/L)	Max bêta (Bq/L)	Moyenne tritium (Bq/L)	Max tritium (Bq/L)
PO142	0,05	0,06	0,18	0,28	50	77
PO180	0,09	0,16	0,22	0,31	1248	1800

**Erratum n° 9** : page 174 § 5.5.1, la comparaison de la moyenne des mesures de 2021 des 10 dosimètres de clôture est comparée à la moyenne de 2020 et non 2019 comme écrit.

*En 2021, les valeurs de débit de dose mensuelles varient de 69 à 101 nGy/h. Le débit de dose moyen calculé à partir des 10 dosimètres de clôture est de 89 nGy/h (93 nGy/h en 2020) et 87 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.*

# 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 (RSGE et RD)	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	Étude du design des mégatuiles - Mise en œuvre d'un démonstrateur (12/2022)	30
Figure 3-1	Localisation profils de piquets en talus et en toit de la couverture.	45
Figure 3-2	Localisation des talus confortés fin 2013 (zone rose)	47
Figure 3-3	Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2022 et la référence (1996 hors zones de confortement)	50
Figure 3-4	Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2022 et la référence (1996 hors zones de confortement)	51
Figure 3-5	Zonéographie des déplacements altimétriques entre août 2022 et juillet 2021	52
Figure 3-6	Zonéographie des déplacements planimétriques entre août 2022 et juillet 2021	53
Figure 3-7	Cibles 2122 et 2221 - Évolution des mouvements altimétriques depuis l'origine	55
Figure 3-8	Déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du tassement 107 Ouest (TBH) - Écarts constatés entre le relevé d'août 2022 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en Figure 3-3 sans échelle)	56
Figure 3-9	Tassement 107W - Localisation des profils de piquets et des cibles	56
Figure 3-10	Tassement du panneau 107 Ouest - Profil de piquets Est-Ouest - Évolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles	57
Figure 3-11	Tassement panneau 107 Ouest - Profil de piquets Nord-Sud - Évolution altimétrique depuis 2018 avec ajout des tassements des cibles	57
Figure 3-12	Tassement 102 Est - Évolution altimétrique de l'ancien piquet 25 (point d'affaissement le plus important) correspondant au piquet 51 sur le profil actuel)	59
Figure 3-13	Tassement 102 Est - Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des anciens piquets 24 à 32, actuellement 45 à 52	59
Figure 3-14	Localisation du profil de piquets en croix 100-101E	60
Figure 3-15	Courbe de suivi des écarts altimétriques - profil principal	61
Figure 3-16	Courbe de suivi des écarts altimétriques - profil quadrillé 1	61
Figure 3-17	Talus 115est - suivi altimétrique des piquets	62
Figure 3-18	Talus 117est - suivi altimétrique des piquets	63
Figure 3-19	Talus 101/102ouest - suivi altimétrique des piquets	63
Figure 3-20	Talus 109/110est - Suivi altimétrique des piquets	64
Figure 3-21	Talus 110/111est - Suivi altimétrique des piquets	64
Figure 3-22	Talus nord - Suivi altimétrique des piquets	64

Figure 3-23	Talus 112b (F/G) - Suivi altimétrique des piquets	65
Figure 3-24	Carte de localisation des désordres de surface constatés lors de l'inspection des crêtes de talus 2022	66
Figure 4-1	Hauteurs moyennes mensuelles sur la période 1994-2022 comparées à la pluviométrie de 2022 (pluviomètre PH1)	71
Figure 4-2	Schéma des principaux points de surveillance des réseaux du CSM	73
Figure 4-3	Répartition des volumes des différents contributeurs au BDS et à la CMG	75
Figure 4-4	Corrélation entre les volumes mesurés au BRS0bis et la pluviométrie associée depuis 2012	78
Figure 4-5	Comparaison des écoulements au BRS002 et à la CMED en 2022	83
Figure 4-6	BRS149 - Écoulements en 2022	84
Figure 4-7	Évolution des écoulements au cours de l'année 2022 des 2 drains sous-membrane dont les volume annuels sont les plus élevés : D11/P112b et D14/P110Ouest	86
Figure 4-8	Évolutions des écoulements au cours de l'année 2022 des 4 drains sous membrane dont les volumes annuels sont de quelques centaines de litres (CD4/P101E - CD9 P111E - CD10 P112E - CD11 P113)	87
Figure 4-9	Bassin d'orage du CSM	92
Figure 4-10	Évolution de la concentration en <sup>137</sup> Cs dans les sédiments de la CMG depuis 2013	95
Figure 4-11	Schéma des rejets des effluents du CSM dans l'environnement	97
Figure 4-12	Évolution des relâchements αG et βG au BDS en fonction de la pluie (2013-2022)	98
Figure 4-13	Corrélation entre la pluviométrie et les quantités d'émetteurs alpha et bêta rejetés au BDS	99
Figure 4-14	Évolution des relâchements en tritium en fonction des volumes rejetés au BDS (2013-2022)	100
Figure 4-15	Évolution de la concentration en nickel au point de contrôle BDS (2013-2022)	103
Figure 4-16	Évolution de la concentration mensuelle en tritium au point de contrôle RD12 (2013-2022) et des volumes collectés	108
Figure 4-17	Évolution des quantités rejetées en alpha, bêta et tritium au point BRS0 depuis 2013	110
Figure 4-18	Évolution des quantités relâchées en alpha, bêta et tritium au point BRS0bis depuis 2013	112
Figure 4-19	Évolutions des concentrations des toxiques prioritaires au point de contrôle BRS0 depuis 2013	114
Figure 5-1	Localisation des piézomètres	121
Figure 5-2	Cumuls mensuels de recharge calculés en PO164	126
Figure 5-3	Fluctuations piézométriques observées sur PO164	127
Figure 5-4	Carte piézométrique de hautes eaux (janvier 2022)	128
Figure 5-5	Carte piézométrique de basses eaux (septembre 2022)	129
Figure 5-6	Directions d'écoulement en hautes eaux (janvier 2022)	130
Figure 5-7	Directions d'écoulement en basses eaux (septembre 2022)	130
Figure 5-8	Évolution de la nappe au droit des sondes d'attention	132
Figure 5-9	Piézomètres de la zone 1	133
Figure 5-10	Piézomètres de la zone 2	135
Figure 5-11	Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 2 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium	137
Figure 5-12	Évolution de l'activité en tritium dans les principaux piézomètres de la zone Sud-Ouest (zone 2) depuis 2000	138
Figure 5-13	Piézomètres de la zone 3	139
Figure 5-14	Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 3 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium	141



Figure 5-15	Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone nord-est amont (zone 3) depuis 2000	143
Figure 5-16	Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone Nord-Est aval (zone 3) depuis 2000	144
Figure 5-17	Piézo mètres de la zone 4	145
Figure 5-18	Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 4 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium	146
Figure 5-19	Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres intérieurs de la zone nord-ouest (zone 4) depuis 2000	148
Figure 5-20	Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres extérieurs de la zone nord-ouest (zone 4) depuis 2000	148
Figure 5-21	Évolution de la concentration de manganèse dissous dans le PO168 depuis 2013	150
Figure 5-22	Piézo mètres de la zone 5	150
Figure 5-23	Évolution depuis 2000 de la moyenne des activités tritium moyennes de chaque piézomètre de la zone 5 en comparaison à la décroissance radioactive naturelle du tritium	151
Figure 5-24	Évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres de la zone Nord (zone 5) depuis 2000	152
Figure 5-25	Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne en tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996	153
Figure 5-26	Localisation des points de contrôle de l'eau des ruisseaux	155
Figure 5-27	Évolution de la concentration tritium au point de contrôle R3 depuis 2013	158
Figure 5-28	Évolution annuelle de la moyenne des concentration tritium par rapport à la valeur théorique calculée à partir de l'année n-1	159
Figure 5-29	Évolution de la concentration moyenne annuelle en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène en R6 et R6-10 depuis 2013	161
Figure 5-30	Évolution de la concentration massique de <sup>137</sup> Cs en SR6 et SR6-10 depuis 2013	164
Figure 5-31	Localisation de la station de contrôle atmosphérique pluviomètre et points de prélèvements de végétaux	166
Figure 5-32	Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site	169
Figure 6-1	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des rejets en mer	178
Figure 6-2	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des eaux de la Sainte-Hélène	183
Figure 6-3	Répartition des contributions des différentes voies d'atteinte à l'impact radiologique pour un adulte	184
Figure 7-1	Illustration de l'évaluation de l'état écologique et chimique	196
Figure 9-1	Exemple de matériels utilisés sur le CSM	215

## Tableaux

Tableau 2-1	Évolution des LQ du Cd, du Cr et de l'U dans les eaux douces	31
Tableau 2-2	Synthèse des modifications non notables prévues en 2023-2024	32
Tableau 2-3	Liste des principaux prestataires du CSM en 2022	36
Tableau 2-4	Récapitulatif de la surveillance des prestataires du CSM pour 2022	39
Tableau 4-1	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle PH1	72
Tableau 4-2	Bilan des volumes collectés aux deux exutoires du CSM et comparaison à la pluviométrie depuis 2013	74
Tableau 4-3	Répartition des volumes des différents réseaux alimentant la CMG et le BDS depuis 2013	75
Tableau 4-4	Comparaison des volumes du RD12 à la pluviométrie depuis 2013	76

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Tableau 4-5	Comparaison des volumes du BRS0 et du BRS0bis à la pluviométrie depuis 2013	77
Tableau 4-6	Bilan 2022 des volumes transférés à Orano en provenance du BRS0bis	78
Tableau 4-7	Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries ouest et centrale	80
Tableau 4-8	Résultats des mesures de débits ponctuels des BRS des galeries est et sud	81
Tableau 4-9	Répartition des contributions du BRS-OU et du BRS-ES au BRS0	82
Tableau 4-10	Évolution des volumes d’eaux recueillis par les drains sous-membrane de 2013 à 2022	85
Tableau 4-11	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane présentant des écoulements entre 2013 et en 2022	85
Tableau 4-12	Ratio du drainage sous membrane/drainage sur membrane de 2013 à 2022	88
Tableau 4-13	Périodes de SDI et valeur des coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane	89
Tableau 4-14	Contribution des différents apports aux infiltrations sous-membrane : calcul de performance 2022	91
Tableau 4-15	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle CMG	92
Tableau 4-16	Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2022 à la CMG	93
Tableau 4-17	Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2022 à la CMG	95
Tableau 4-18	Résultats des mesures de HAP sur les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	96
Tableau 4-19	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BDS	98
Tableau 4-20	Activités des différents réseaux contributeurs du BDS	101
Tableau 4-21	Comparaison des limites réglementaires radiologiques et volumétriques aux résultats 2021 au point de rejet BDS	102
Tableau 4-22	Comparaison des teneurs en éléments majeurs entre le BDS et les différents réseaux contributeurs	104
Tableau 4-23	Comparaison des limites réglementaires physico-chimiques aux résultats 2022 au BDS	104
Tableau 4-24	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle RP300	105
Tableau 4-25	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle RD12	107
Tableau 4-26	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0	110
Tableau 4-27	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS0bis	111
Tableau 4-28	Résultats des mesures mensuelles du <sup>14</sup> C au point de contrôle BRS0bis	113
Tableau 4-29	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-OU	115
Tableau 4-30	Moyennes, maximales et minimales des concentrations volumiques du suivi radiologique au point de contrôle BRS-ES	116
Tableau 4-31	Résultats des mesures des prélèvements ponctuels annuels au BRS002 et au BRS149	116
Tableau 5-1	Répartition des piézomètres par secteur et par type de surveillance	122
Tableau 5-2	Valeurs seuils des paramètres mesurés dans les eaux souterraines du CSM (selon arrêté 17 décembre 2008 (35))	124
Tableau 5-3	Suivi des déclenchements des sondes d’attention dans les piézomètres de suivi des eaux souterraines du CSM	133
Tableau 5-4	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 1	134
Tableau 5-5	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 2	136

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Tableau 5-6	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2	137
Tableau 5-7	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 3	140
Tableau 5-8	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3	142
Tableau 5-9	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 4	145
Tableau 5-10	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4	147
Tableau 5-11	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 5	151
Tableau 5-12	Moyenne de l'activité volumique tritium dans les piézomètres depuis 2013	153
Tableau 5-13	Activités volumiques des eaux du ruisseau des Roteures	156
Tableau 5-14	Activités volumiques des eaux du ruisseau du Grand-Bel	157
Tableau 5-15	Activités volumiques des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	160
Tableau 5-16	Moyennes annuelles des activités tritium en Bq/L aux points GPNE et R6 depuis 2013	161
Tableau 5-17	Résultats des mesures radiologiques des poussières atmosphériques	167
Tableau 5-18	Résultats des mesures de tritium atmosphérique	167
Tableau 5-19	Comparaison des mesures tritium dans la pluie et dans le PO113	170
Tableau 5-20	Comparaison des mesures radiologiques mensuelles au BDS du 03/10/22	171
Tableau 5-21	Comparaison des mesures physico-chimiques mensuelles au BDS et à la CMG	171
Tableau 5-22	Comparaison des résultats de mesures du Ni59	172
Tableau 5-23	Résultats des mesures complémentaires de recherches des radionucléides naturels et artificiels émetteurs alpha dans le PO179	172
Tableau 5-24	Historique des résultats de l'indice bêta global de 2020 à 2022 dans le PO114 et le PO139	173
Tableau 5-25	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil dans les piézomètres PO114 et PO139 : moyenne annuelle en Bq/L	173
Tableau 5-26	Fonctionnement mensuel de ventilation des galeries du RSGE	175
Tableau 6-1	Impact radiologique des rejets en mer pour un adulte	179
Tableau 6-2	Impact radiologique des rejets en mer pour un enfant de 10 ans	181
Tableau 6-3	Évolution des facteurs de surestimation des relâchements entre le modèle et les mesures	186
Tableau 6-4	Facteur de surestimation des relâchements par le modèle	187
Tableau 6-5	Tableau de synthèse des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2022	189
Tableau 6-6	Résultats détaillés - Tableaux analytiques des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2022	190
Tableau 7-1	Valeur limite de classement d'état des cours d'eau par éléments de qualité	198
Tableau 7-2	Normes de qualité environnementale selon les annexes 3 et 8 de l'arrêté modifié du 25 janvier 2010 (38)	199
Tableau 7-3	Classe de l'état par élément de qualité pour la Sainte-Hélène	200
Tableau 7-4	Légende de couleur illustrant la classe d'état physico -chimique	200
Tableau 7-5	Classe de l'état par substance chimique ayant une NQE pour la Sainte-Hélène	201
Tableau 7-6	Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques	201
Tableau 7-7	Classe de l'état par élément de qualité pour Le Grand Bel	202
Tableau 7-8	Légende de couleur illustrant la classe d'état physico - chimique	202
Tableau 7-9	Classe de l'état par substances chimiques ayant une NQE pour Le Grand Bel	203
Tableau 7-10	Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques	203
Tableau 7-11	Classe de l'état par élément de qualité pour Les Roteures	204
Tableau 7-12	Légende de couleur illustrant la classe d'état physico -chimique	204
Tableau 7-13	Classe de l'état par substance chimique ayant une NQE pour Les Roteures	205
Tableau 7-14	Légende de couleur illustrant la classe d'état des polluants spécifiques	205

Tableau 9-1	Matrice et points de contrôle associés à la surveillance radiologique et chimique	213
Tableau 9-2	Liste des matériels utilisés pour la réalisation des prélèvements et des mesures in situ	214
Tableau 9-3	Liste des laboratoires participant à la surveillance du CSM	216
Tableau 9-4	Liste des méthodes utilisées pour les mesures radiologiques	218
Tableau 9-5	Liste des méthodes utilisés pour les mesures physico-chimiques	219
Tableau 9-6	Rapports naturels des activités des isotopes de l'uranium	220
Tableau 9-7	Niveaux relatifs aux éléments et composés traces dans les sédiments	221
Tableau 9-8	Nombre de résultats importés sur le site du RNM par type matrice et type d'analyse	223
Tableau 9-9	Résultats des analyses radiologiques hebdomadaires des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	224
Tableau 9-10	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	225
Tableau 9-11	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	225
Tableau 9-12	Résultats des analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	226
Tableau 9-13	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	228
Tableau 9-14	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	229
Tableau 9-15	Suivi mensuel de la qualité chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	230
Tableau 9-16	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)	230
Tableau 9-17	Résultats des analyses radiochimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	231
Tableau 9-18	Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG	231
Tableau 9-19	Résultats des analyses radiologiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)	232
Tableau 9-20	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à risques à leur exutoire (BDS)	233
Tableau 9-21	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à risques à leur exutoire (BDS)	234
Tableau 9-22	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)	235
Tableau 9-23	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à risque à leur exutoire (BDS)	236
Tableau 9-24	Résultats des analyses du nickel au BDS	237
Tableau 9-25	Résultats des analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)	237
Tableau 9-26	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire RP300 (CMED)	238
Tableau 9-27	Résultats des analyses radiologiques mensuelles des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	239
Tableau 9-28	Résultats des analyses radiologiques hebdomadaires des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	240
Tableau 9-29	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	241
Tableau 9-30	Résultats des analyses radiologiques semestrielles des effluents du réseau de drainage profond aux 10 points de contrôle	241
Tableau 9-31	Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	242

Tableau 9-32	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	243
Tableau 9-33	Résultats des analyses physico-chimiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	244
Tableau 9-34	Résultats des analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRS0bis)	245
Tableau 9-35	Résultats des analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRS0bis	246
Tableau 9-36	Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche ouest	247
Tableau 9-37	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie ouest	248
Tableau 9-38	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie centrale	248
Tableau 9-39	Résultats des mesures de débits et des analyses radiologiques des effluents du RSGE au point exutoire de la branche est	249
Tableau 9-40	Résultats des analyses radiologiques annuelles aux BRS situés dans la galerie est et sud	250
Tableau 9-41	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines sous-jacentes au Centre (1/4)	251
Tableau 9-42	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures au Centre (1/4)	255
Tableau 9-43	Résultats des analyses radiologiques courantes des eaux souterraines extérieures issus d'EVT-7 (EEV-SE) et volume pompé	259
Tableau 9-44	Ordres de grandeurs caractérisant les piézomètres suivis sur et autour du CSM	260
Tableau 9-45	Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par spectrométrie gamma des eaux souterraines	261
Tableau 9-46	Résultats des analyses radiologiques annuelles à bas seuils par scintillation liquide des eaux souterraines	262
Tableau 9-47	Résultats des analyses radiologiques quinquennales à bas seuils par spectrométrie alpha des eaux souterraines	262
Tableau 9-48	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 1	263
Tableau 9-49	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 2	264
Tableau 9-50	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 3	265
Tableau 9-51	Résultats des analyses physico-chimiques semestrielles des eaux souterraines de la zone 4	266
Tableau 9-52	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteures au point de contrôle R1	267
Tableau 9-53	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux des Roteures au point de contrôle R1-10	268
Tableau 9-54	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux des Roteures (R1) et des eaux du Grand Bel (R3)	269
Tableau 9-55	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux du Grand-Bel au point de contrôle R3	270
Tableau 9-56	Résultats des analyses radiologiques courantes hebdomadaires des eaux de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6	271
Tableau 9-57	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	272
Tableau 9-58	Résultats des analyses radiologiques à bas seuil des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10	273
Tableau 9-59	Résultats des analyses radiologiques courantes bimensuelles au point de contrôle GPNE (source de la Sainte-Hélène)	274

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Tableau 9-60	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de la Sainte Hélène en R6 et R6-10	275
Tableau 9-61	Résultats des analyses radiologiques des sédiments aux points de contrôle SR3, SR6 et SR6-10	276
Tableau 9-62	Résultats semestriels des analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux	277
Tableau 9-63	Résultats des analyses radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique (1/2)	278
Tableau 9-64	Résultats des mesures complémentaires gamma sur filtre ayant une valeur bêta global supérieur à 2mBq/m <sup>3</sup>	280
Tableau 9-65	Résultats des analyses de tritium global dans l'air et sous forme de vapeur d'eau (HTO) et gazeuse (HT)	281
Tableau 9-66	Résultats des analyses par spectrométrie gamma des végétaux de la couverture du CSM	282
Tableau 9-67	Résultats des mesures du rayonnement ambiant	283
Tableau 9-68	Résultats des mesures de radon atmosphériques	283

## 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 radioactifs de la Manche (2003). Journal officiel de la République française.
- 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 Décision n°2016-DC-0569 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 septembre 2016 modifiant 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. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2016).
- 5 CSM - Prescriptions techniques du 3 février 2003. Andra (2003). Document N°DGSNR/DS3/0066/2003.
- 6 Demande d'autorisation de passage en phase de surveillance dossier d'enquête publique. Andra. Document N°SURRPADCS98003.
- 7 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.
- 8 Décret n°2016-846 du 28 juin 2016 relatif à la modification, à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'à la sous-traitance (2016). Journal officiel de la République française.
- 9 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.
- 10 Centre de stockage de la Manche - Plan réglementaire de surveillance du centre et de son environnement. Andra (2014). Document N°ENVPRACSM980004.
- 11 Demande d'autorisation de rejets dossier d'enquête publique. Andra. Document N°SURRPADCS97006.
- 12 CSM - Livrable A - Rapport de réexamen de sûreté 2019 du Centre de stockage de la Manche (INB n°66) (2019). 216 p.
- 13 Décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives (2007). Journal officiel de la République française, N°255, pp.18026.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 14 CSM - Dossier Synthétique de Mémoire (DSM) - Les fiches repères- Réexamen de sûreté 2019 du Centre de stockage de la Manche (INB n°66). Andra (2019). Document N°MEMNTACSM190015.
- 15 Décision n°2013-DC-0386 de l'ASN du 17 décembre 2013 prescrivant à l'Andra de procéder à une évaluation complémentaire de sûreté de ses installations nucléaires de base (INB n°66 et 149) au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2013).
- 16 Décision n°2017-DC-0616 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2017).
- 17 CSM - Dossier de modification de l'Étude d'impact. Andra (2021). Document N°EXPNTACSM210006.
- 18 Mise à jour de l'étude d'impact du Centre de stockage de la Manche (INB n° 66) - Volume 1 - Chapitre 1. Andra (2021). Document N°ENVNTACSM210005.
- 19 Arrêté du 11 janvier 2016 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0532 de l'ASN du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base (2016). Journal officiel de la République française, N°0012.
- 20 Prise en compte du risque sismique à la conception des ouvrages de génie civil d'installations nucléaires de base à l'exception des stockages à long terme des déchets radioactifs. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2006). N°ASN/GUIDE/2/01.
- 21 Arrêté du 28 juin 2021 relatif aux pôles de compétence en radioprotection. Ministère de la Transition écologique (2021). Journal officiel de la République française. Vol. 6, N°0151.
- 22 Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié. Ministère de l'Écologie et du Développement durable; Ministre de la Santé, de la Famille et des Personnes handicapées (2003).
- 23 CSM - Compte-rendu technique des diagnostics des 21 ouvrages extérieurs. Andra (2021). Document N°SRPFCSM210017.
- 24 CSM - Compte-rendu technique des diagnostics des 19 ouvrages intérieurs (Log hydro). Andra (2023). Document N°SRPFCMC230007.
- 25 Déclaration ou information d'évènement concernant un centre de stockage géré par la DOI. Andra (2019). Document N°QUAPRADCS995034.
- 26 Règles générales d'exploitation du Centre de stockage de la Manche (INB n°66). Andra (2021). Document N°QUARGEACSM170039.
- 27 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).
- 28 CSM - Réflexions relatives au comportement hydraulique des BRS des galeries. Andra (2020). Document N°SURNTACSM200022.
- 29 Centre de stockage de la Manche -Rapport définitif de sûreté - Phase de surveillance. Andra (2009). Document N°SURRPACSM080017\_A.
- 30 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.



- 31 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.
- 32 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 consolidée du 18 août 2017). Ministère de la Santé et des Solidarités (2017). Journal officiel de la République française.
- 33 Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2021). N°IRSN 2021-00765. 408 p.
- 34 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.
- 35 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) (2016). Journal officiel de la République française.
- 36 Fiches radionucléides. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2020). Consulté le Disponible à l'adresse : <https://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/fiches-radionucleides/Pages/Fiches-radionucleides.aspx#.Xp7HluxOLIU>.
- 37 CSM - Instruction du réexamen de sûreté - Réponses aux questions relatives à la surveillance du Centre. Andra (2020). Document N°DISEF/DIR/20-0094.
- 38 Arrêté du 27 juillet 2015 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 l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2015). Journal officiel de la République française, pp.15032.
- 39 Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau. AFNOR, ISO (2018), NF EN ISO 5667-3.
- 40 CSM - Instruction du réexamen de sûreté - Retour sur les observations formulées dans le rapport d'expertise en version provisoire de l'IRSN. Andra (2021). Document N°DISEF/DIR/21-0119.
- 41 CSM - Rapport de sûreté 2021 - Partie III - Volume VII - Éléments et activités importants pour la protection. Andra (2022). Document N°SURRACSM200042.
- 42 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 (2000). Journal officiel des Communautés européennes, N°L327.
- 43 Centre de stockage de la Manche - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2016. Andra (2017). Document N°EXPBIACSM170002.
- 44 Centre de stockage de la Manche - Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2018. Andra (2019). Document N°EXPBIACSM190001.
- 45 Guide méthodologique inter-exploitants relatif à la qualité des prélèvements pour les mesures de radioactivité dans l'environnement. Andra (2011). Document N°ENVNTEES110046A.
- 46 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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 47 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. AFNOR, ISO (14/03/2018), NF EN ISO 18589-2.
- 48 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.
- 49 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).
- 50 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.