



**Identification**  
 EXPBIACSM170002  
**Nom du FDR** : Exploitation CSM (1.2.1.3)  
**Diffusion\*** : limitée

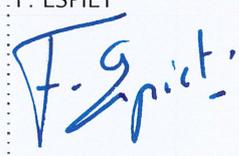
Émetteur	Date d'origine	Page
DOI/CM	21 Avril 2017	1/314

## Centre de stockage de la Manche Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2016

**Documents associés :**

\*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	Nom/visa du rédacteur	Nom/visa vérificateur	Nom/visa approbateur
A		Cf. page des visas	Cf. page des visas	F. ESPIET 



**Identification**  
EXPBIACSM1 70002

**Page** 2/314  
**Rév.** A

ANDRA.001.K - page 2/2

## Révisions

Ind.	Date	Modifications
A	AVRIL 2017	Emission initiale

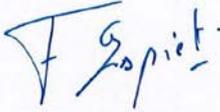
# SOMMAIRE

<b>Sommaire</b>	<b>3</b>
<b>Page des visas</b>	<b>6</b>
<b>Glossaire</b>	<b>7</b>
<b>Tables des illustrations</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>15</b>
<i>1.1 Objectif</i>	17
<i>1.2 Rappel des dispositions réglementaires régissant le contenu du rapport</i>	18
<i>1.3 Rappels sur la couverture et l'organisation des réseaux du CSM</i>	19
<b>2 Systèmes organisationnel et humain</b>	<b>27</b>
<i>2.1 Faits marquants 2016, perspectives 2017</i>	28
2.1.1 Un très faible impact	28
2.1.2 Surveillance de la couverture	28
2.1.3 Amélioration de la collecte des eaux de ruissellement derrière la chambre de drainage CD11	28
2.1.4 Recherche des infiltrations d'eaux parasites en périphérie de la membrane	29
2.1.5 Chantier de mise en œuvre des planches d'essai	29
2.1.6 Suivi de l'expertise tritium dans les eaux souterraines	29
2.1.7 Perspectives pour 2017	29
<i>2.2 Incidents et anomalies</i>	30
<i>2.3 Inspection de l'Autorité de sûreté nucléaire</i>	30
2.3.1 Inspection du 13 avril 2016	30
2.3.2 Inspection du 9 juin 2016	31
<i>2.4 Suivi des prestataires</i>	31
2.4.1 Liste des principaux sous-traitants et cascade de sous-traitance	31
2.4.2 Suivi des prestataires – audit interne	32
<i>2.5 Maintenance et suivi des installations et ouvrages</i>	33
2.5.1 Nettoyage et entretien	33
2.5.2 Maintenance préventive	34
2.5.3 Etalonnage, vérification de bon fonctionnement	34
2.5.4 Aménagement	34
<b>3 Surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche</b>	<b>35</b>
<i>3.1 Comportement physique de la couverture</i>	37
3.1.1 Suivi	37
3.1.2 Tassements et déplacements observés	39
3.1.3 Maintenance et contrôles : Inspection visuelle de la couverture	54
<i>3.2 Etudes et travaux portant sur la couverture</i>	58
3.2.1 Travaux de reprise des planches d'essai situées dans la ZI de Digulleville	58
3.2.2 Travaux d'amélioration de la récupération du ruissellement en arrière de la chambre de drainage CD11	65

3.2.3	Travaux de réfection des caniveaux du réseau pluvial de la voirie périphérique	70
<b>3.3</b>	<b><i>Conclusion sur le comportement physique de la couverture</i></b>	<b>73</b>
<b>4</b>	<b>Surveillance des réseaux et des rejets du Centre</b>	<b>74</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau</i></b>	<b>77</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Surveillance des rejets et des réseaux du Centre</i></b>	<b>78</b>
4.2.1	Le réseau pluvial (CMG)	78
4.2.2	Le réseau des « effluents à risque » (BDS)	82
4.2.3	Le réseau de drainage de drainage de la couverture (RP300)	90
4.2.4	Les réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)	92
4.2.5	Suivi des BRS en amont des exutoires	100
4.2.6	Le réseau de drainage profond et l'exutoire RD 12	119
<b>4.3</b>	<b><i>Estimation d'infiltrations vers le massif géologique à travers la couverture du Centre en exploitant les mesures faites dans la nappe</i></b>	<b>124</b>
<b>4.4</b>	<b><i>Comportement hydraulique de la couverture – pluviométrie</i></b>	<b>125</b>
4.4.1	Pluviométrie	125
4.4.2	Comparaison drains sous membrane en rapport avec la pluviométrie	127
4.4.3	Comparaison « drains sous membrane/draines sur membrane »	132
4.4.4	Comparaison « drains sur membrane/pluie »	132
4.4.5	Conclusion générale sur le comportement hydraulique de la couverture	134
<b>5</b>	<b>Surveillance de l'environnement du Centre</b>	<b>135</b>
<b>5.1</b>	<b><i>Surveillances des eaux souterraines</i></b>	<b>138</b>
5.1.1	Présentation générale - directions des écoulements.	138
5.1.2	Suivi du niveau piézométrique	140
5.1.3	Principe de la surveillance radiologique et physico-chimique des eaux souterraines	148
5.1.4	Les piézomètres du secteur Sud, Sud-Est (Zone 1)	150
5.1.5	Les piézomètres du secteur Sud- Ouest (zone 2)	153
5.1.6	Les piézomètres du secteur Nord-Est (Zone 3)	156
5.1.7	Les piézomètres du secteur Nord-Ouest (Zone 4)	162
5.1.8	Les piézomètres du secteur Nord (Zone 5)	168
5.1.9	Conclusion du suivi des piézomètres	173
5.1.10	Etudes et suivis particuliers : expertise tritium des eaux souterraines	174
<b>5.2</b>	<b><i>Surveillances des eaux superficielles</i></b>	<b>184</b>
5.2.1	Présentation générale – bassins versants sous l'influence du CSM	184
5.2.2	Suivi de la qualité des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène	185
5.2.3	Suivi de la qualité des eaux du ruisseau du Grand Bel	190
5.2.4	Suivi de la qualité des eaux des Roteures	192
5.2.5	Surveillance des sédiments des ruisseaux	194
5.2.6	Conclusions et interprétations	195
<b>5.3</b>	<b><i>Mesures complémentaires</i></b>	<b>195</b>
5.3.1	Contrôles de l'air	195
5.3.2	Contrôle des végétaux de la couverture	196
5.3.3	Mesure du rayonnement ambiant	197
5.3.4	Mesure des concentrations en radon	197
5.3.5	Ventilation des galeries du RSGE	197
5.3.6	Conclusions et interprétations	197
<b>5.4</b>	<b><i>Estimation des doses</i></b>	<b>199</b>
5.4.1	Préliminaire	199
5.4.2	Estimation de l'impact radiologique des rejets	199

5.4.3	Synthèse de l'estimation des doses radiologiques reçues par les groupes de référence pour l'année 2016	206
<b>5.5</b>	<b><i>Protection du milieu naturel</i></b>	<b>212</b>
5.5.1	Suivi floristique	212
5.5.2	Suivi du transfert de l'Erythrée vivace	212
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>215</b>
<b>7</b>	<b>Annexes</b>	<b>218</b>
<b>7.1</b>	<b><i>Méthodologie pour le suivi radiologique</i></b>	<b>219</b>
7.1.1	Points de prélèvement, compartiments et nature d'échantillons	219
7.1.2	Modalités de prélèvement	220
7.1.3	Laboratoires, préparation des échantillons, analyses	220
7.1.4	Traitement des résultats	222
7.1.5	Protocole d'échange de données	224
<b>7.2</b>	<b><i>Méthodologie pour le suivi physicochimique</i></b>	<b>224</b>
7.2.1	Points de prélèvement, compartiments et nature d'échantillons	224
7.2.2	Modalités de prélèvement	225
7.2.3	Laboratoires, préparation des échantillons, analyses	227
7.2.4	Traitement des résultats	228
<b>7.3</b>	<b><i>Erratum bilans</i></b>	<b>230</b>
<b>7.4</b>	<b><i>Tableaux de mesures</i></b>	<b>231</b>
<b>7.5</b>	<b><i>Tableaux de mesures de l'expertise tritium</i></b>	<b>309</b>
<b>7.6</b>	<b><i>Liste des documents de référence</i></b>	<b>314</b>

## PAGE DES VISAS

Parties du bilan	NOM	FONCTION	VISA
<b>REDACTEURS</b>			
§1, §2, §4, §5, §6, §7	A. ANDRE	Chargé d'Affaires DOI/CM	
§5.4	L. GOURIOU	Ingénieur Hydrogéologue DISEF/SEE	
§5	I. GUITTONNEAU	Chargée d'Affaires DOI/CM	
§3, §6	F. ESPIET	Directrice DOI/CM	
§4.4	A MARCHIOL	Chargé d'Affaires DOI/CA/PER	
§5.1	V. SCHNEIDER	Chargé d'Affaires DOI/CA/QED	
<b>VERIFICATEURS</b>			
	E. LECLERC	Ingénieur études environnementales DISEF/SEE	
	S. BOUCHER	Ingénieur qualité/environnement DISEF/SEE	

# GLOSSAIRE

AS	Point de prélèvement station de surveillance atmosphérique
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
APS	Avant-projet sommaire
BAP	Bâtiment d'accueil du public
BCS	Bureau de contrôle et de surveillance (contractant)
BDS	Bac du séparatif
BRS	Bac du réseau séparatif
BRS ES	Bac du réseau séparatif branche Est du collecteur RS
BRS OU	Bac du réseau séparatif branche Ouest du collecteur RS
CD	Chambre de drainage
CEP	Concentration seuil produisant un effet probable
CIRES	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Andra)
CLI	Commission Locale d'Information
CMED/CRED	Chambre de mesure/récupération des eaux de drainage (RP300)
CMEE	Chambre de mesure des eaux d'exploitation
CMG	Chambre de mesure globale
COBENADE	Compteur bêta sur nappe d'eau : appareil de contrôle radiologique bêta gamma en continu de l'eau des réseaux
CP	Chambre pluviale
CREP	Chambre de récupération des eaux pluviales
CSE	Concentration seuil produisant un effet
CSA	Centre de stockage de l'Aube (Andra)
CSM	Centre de stockage de la Manche (Andra)
DAR	Dossier de demande d'autorisation de rejets
DCO	Demande chimique en oxygène
DDC	Dérivation drainage couverture
DISEF	Direction sûreté, environnement et stratégie filières (Andra)
DOI	Direction des opérations industrielles (Andra)
E/EDS	Bâtiment AREVA NC (Extension entreposage déchets solides) drainant les eaux souterraines en période de hautes eaux.
EEV-SE	Bâtiment AREVA NC drainant en permanence les eaux souterraines (extension entreposage verre Sud-Est) appelé aussi EVT7
EIP	Élément important pour la protection
ETP ETR	Évapotranspiration et évapotranspiration réelle
FAP	Fiche d'action et de progrès
FOH	Facteurs organisationnels et humains
GPNE	Point de rejet des eaux (AREVA NC et Andra) dans la rivière Sainte-Hélène
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HT	Tritium sous forme gazeuse
HTO	Tritium sous forme de vapeur d'eau
INB	Installation nucléaire de base
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
Labos FA et MA	Laboratoires faible activité et moyenne activité d'AREVA NC
LD	Limite de détection : égale à deux fois le seuil de décision (détection)
LQ	Limite de quantification
MEST	Matières en suspension totale
MS	Matières sèches
NQE	Norme de qualité environnementale
PH1	Point de prélèvement des eaux de pluie
PRS	Plan réglementaire de surveillance
PUI	Plan d'urgence interne
PZX ou POX	Piézomètre n°X (PZ : AREVA NC ; P0 : Andra)
RD	Réseau de drainage
RD12	Puits de collecte du réseau de drainage
RGS	Règles générales de surveillance
RNMRE	Réseau national de la mesure de la radioactivité dans l'environnement
RP300	Point de prélèvement à l'exutoire du drainage couverture (sur et sous membrane)
RS	Réseau séparatif
RSGE	Réseau séparatif gravitaire enterré

Rx	Point de contrôle des eaux des ruisseaux n°x
SD	Seuil de décision (détection) limite en deçà de laquelle l'incertitude est supérieure à 100 %
SDI	Saison de drainage intense
SICM	Système informatique de centralisation des mesures
SOH	Système organisationnel et humain
V1, V2	Points de prélèvement de végétaux

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

## Figures

Figure 1-1	Coupe des réseaux du Centre de stockage de la Manche	20
Figure 1-2	Réseau pluvial	21
Figure 1-3	Réseau du drainage couverture	22
Figure 1-4	Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et des exutoires des branches Est et Ouest du RSGE	23
Figure 1-5	Configuration des réseaux de collecte du CSM	24
Figure 1-6	Cheminement des « effluents à risque »	25
Figure 1-7	Localisation des BRS et des ouvrages	26
Figure 3-1	Visualisation du linéaire de talus confortés en trait jaune à fin 2013	37
Figure 3-2	Localisation des profils sur piquets en talus et toit de la couverture	38
Figure 3-3	Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)	40
Figure 3-4	Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)	41
Figure 3-5	Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16	42
Figure 3-6	Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16	43
Figure 3-7	Déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du panneau 107 Ouest (TBH) – Ecart constatés entre le relevé du 24/08/16 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en figure 3.3. sans échelle)	46
Figure 3-8	Tassement 102 Est – Evolution altimétrique du piquet 25 (anciennement 51) depuis l'origine	47
Figure 3-9	Tassement 102 Est – Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des piquets 24 à 32	47
Figure 3-10	Evolution des déplacements moyens des profils des talus de la couverture	49
Figure 3-11	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 109-110 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets	50
Figure 3-12	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 110-111 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets	50
Figure 3-13	Evolution de la vitesse de déplacement du profil Nord1 près les travaux de confortement de l'année 2011 - Relevés mensuels des piquets	51
Figure 3-14	Evolution de la vitesse de déplacement du profil F-G après les travaux de confortement réalisés en août 2013 - Relevés mensuels des piquets	52
Figure 3-15	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 100-101 Est - Relevés mensuels des piquets	53
Figure 3-16	Localisation des désordres observés en juillet 2016	57
Figure 3-17	Principe de conception initial des planches d'essai	58
Figure 3-18	Schéma technique du système de collecte des eaux d'une planche d'essai	59
Figure 3-19	Schéma technique de reprise de l'étanchéité latérale des planches d'essai	60
Figure 3-20	Réalisation d'un drainage de subsurface en arrière de la chambre CD11	65
Figure 3-21	Coupe de principe de la tranchée de drainage de subsurface	65
Figure 3-22	Tracé du reprofilage de surface pour un déport des lignes d'écoulement vers les exutoires pluviaux existants	66
Figure 3-23	Cartographie des travaux réalisés sur le caniveau pluvial	70
Figure 4-1	Etat des rejets annuels des « effluents à risque » au point BDS en 2016	83
Figure 4-2	Etat des rejets mensuels maximaux des « effluents à risque » au point BDS en 2016	83

Figure 4-3	Evolution des activités relâchées et volumes rejetés au point BDS (2001 - 2016)	85
Figure 4-4	Evolution des relâchements tritium et volumes rejetés au point BDS (2001-2016)	86
Figure 4-5	Evolution des volumes RSGE (BRS0) et pluviométrie associée depuis 2007	94
Figure 4-6	Evolution en 2016 des débits au BRS002, du drainage de la couverture et de la pluviométrie mesurée au PLA Est	106
Figure 4-7	Evolution du débit du BRS002 et de la pluie le 23 mars 2016	107
Figure 4-8	Evolution du débit du BRS002 le 30 mai 2016	108
Figure 4-9	Evolution du débit du BRS002 le 26 août 2016	109
Figure 4-10	Evolution du débit du BRS002 le 29 août 2016	109
Figure 4-11	Evolution du débit du BRS002 les 29 août et 30 août 2016	110
Figure 4-12	Evolution du débit du BRS002 entre le 26 août et le 01 septembre 2016	110
Figure 4-13	Evolution du débit au BRS002 et de la pluie le 03 octobre 2016	111
Figure 4-14	Schéma de circulation des eaux entre la surface et le BRS002	112
Figure 4-15	Schéma de la zone Sud-Est du Centre présentant les trois zones investiguées en novembre et décembre 2015	113
Figure 4-16	Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre janvier et avril 2016	114
Figure 4-17	Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre août et décembre 2016	114
Figure 4-18	Evolution de l'activité tritium et des volumes au RD12 en 2016	121
Figure 4-19	Evolution de l'activité du tritium au RD12 en fonction de la pluviométrie et des volumes collectés	122
Figure 4-20	Suivi des drains 110E, 101E, 102E, 120E, 121E, 118E, 112E, 100E, 112b et 113E et 111E de 2000 à 2016	130
Figure 4-21	Suivi des drains 102 O et 110 O de 2000 à 2016	131
Figure 5-1	Localisation des piézomètres autour du CSM	138
Figure 5-2	Direction des écoulements dans la nappe en 2016	139
Figure 5-3	Suivi des cumuls mensuels de recharge	141
Figure 5-4	Fluctuations piézométriques de la nappe et recharges annuelles	142
Figure 5-5	Evolution de la nappe au droit des sondes d'attention	145
Figure 5-6	Carte piézométrique des hautes eaux	146
Figure 5-7	Carte piézométrique des basses eaux	147
Figure 5-8	piézomètres de la zone 1	150
Figure 5-9	piézomètres de la zone 2	153
Figure 5-10	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 2	154
Figure 5-11	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Sud-Ouest	155
Figure 5-12	piézomètres de la zone 3	157
Figure 5-13	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 3	158
Figure 5-14	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est	160
Figure 5-15	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est aval	160
Figure 5-16	piézomètres de la zone 4	163
Figure 5-17	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 4	164
Figure 5-18	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord-Ouest	165
Figure 5-19	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone AREVA Nord-Ouest	166
Figure 5-20	piézomètres de la zone 5	168

Figure 5-21	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 5	169
Figure 5-22	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord	170
Figure 5-23	Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996	172
Figure 5-24	Situation des piézomètres expertisés	174
Figure 5-25	Expertise du PO113	176
Figure 5-26	Expertise du PO136	177
Figure 5-27	Expertise du PO176	178
Figure 5-28	Expertise du PO174	179
Figure 5-29	Expertise du PO143	180
Figure 5-30	Expertise du PO161	181
Figure 5-31	Expertise du PO153	182
Figure 5-32	Localisation des points de contrôle de l'eau et des sédiments des ruisseaux	184
Figure 5-33	Evolution de l'activité tritium au point de contrôle GPNE et R6 en 2016	186
Figure 5-34	Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène depuis 1991 aux points R6 et R6-10	187
Figure 5-35	Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau du Grand Bel depuis 1991 au point R3	191
Figure 5-36	Localisation de la station de contrôle atmosphérique pluviomètre et points de prélèvements de végétaux	196
Figure 5-37	Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site	198
Figure 5-38	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des rejets en mer	199
Figure 5-39	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des eaux de la Sainte-Hélène	202
Figure 5-40	Répartition des contributions des différentes voies d'atteinte à l'impact radiologique pour un adulte	203

## Tableaux

Tableau 3.1-1	Suivi topographique des profils de piquets	39
Tableau 4.1-1	Bilan des volumes (en m <sup>3</sup> ) collectés par les réseaux du Centre depuis 2000 et consommation d'eau du bâtiment des bassins rejoignant les installations d'AREVA NC	77
Tableau 4.2-1	Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les eaux pluviales	78
Tableau 4.2-2	Limites et valeurs annuelles débitométriques de la convention Andra-AREVA NC pour les eaux pluviales	79
Tableau 4.2-3	Détail des résultats d'analyses HAP sur le prélèvement de sédiment à la CMG	81
Tableau 4.2-4	Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les « effluents à risque »	82
Tableau 4.2-5	Limites et valeurs annuelles de la convention Andra-AREVA NC pour les « effluents à risque »	84
Tableau 4.2-6	Relâchements et flux au BDS	88
Tableau 4.2-7	Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO <sub>4</sub> , Cl <sup>-</sup> , K en 2015	89
Tableau 4.2-8	Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO <sub>4</sub> , Cl <sup>-</sup> , K en 2016	89
Tableau 4.2-9	rapport des volumes à l'exutoire du drainage de la couverture depuis 1997	90
Tableau 4.2-10	Périodes et volumes de surverse en 2016	91
Tableau 4.2-11	Volumes BRS0 et ratio BRS0/pluviométrie depuis 2000 jusqu'au 30 mai 2011	93

Tableau 4.2-12	Volumes BRS0 et ratio BRS0/pluviométrie depuis le 30 mai 2011	93
Tableau 4.2-13	Volumes et ratio (BRS0+BRS0bis)/pluviométrie	93
Tableau 4.2-14	Classement par activité décroissante des RN significatifs au BRS0	96
Tableau 4.2-15	mesure mensuelle du carbone 14 au BRS0bis	97
Tableau 4.2-16	Résultats de l'expertise radiochimique au BRS002	98
Tableau 4.2-17	Relâchements annuels (alpha global, bêta global, 3H) au BRS0 et BRS0bis depuis 2007	98
Tableau 4.2-18	Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Ouest et centrale	101
Tableau 4.2-19	Activités volumiques moyennes aux BRS-OU (exutoire des galeries ouest et centrale) en 2016	102
Tableau 4.2-20	Résultats des analyses radiologiques au BRS106	103
Tableau 4.2-21	Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Est et Sud	104
Tableau 4.2-22	Activités volumiques moyennes aux BRS-ES (exutoire des galeries Est et Sud) en 2016	105
Tableau 4.2-23	Débits mesurés au BRS de la tranche 2 en 2016	117
Tableau 4.2-24	Débits mesurés au BRS de la tranche 1	118
Tableau 4.2-25	Débits mesurés au BRS de la tranche 3	118
Tableau 4.2-26	Volumes RD12 et ratio RD12/pluviométrie depuis 2000	120
Tableau 4.2-27	Résultats des mesures d'activité tritium réalisées dans les RD13 et RD19	123
Tableau 4.2-28	Résultats des mesures d'activité tritium des drains du RD19	123
Tableau 4.4-1	Pluviométrie annuelle du Centre de stockage de la Manche de 1995 à 2016	126
Tableau 4.4-2	Hauteurs de pluie mesurées à la station atmosphérique (point PH1) en 2016	126
Tableau 4.4-3	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane de 1999 à 2016	128
Tableau 4.4-4	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane	129
Tableau 4.4-5	Ratio Drainage sous membrane/drainage sur membrane de 1999 à 2016	132
Tableau 4.4-6	Périodes de SDI et valeur des coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane	133
Tableau 5.1-1	Suivi des sondes d'attention dans les eaux souterraines du CSM	144
Tableau 5.1-2	Répartition des piézomètres par secteur et par type de surveillance	149
Tableau 5.1-3	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 1 pour 2016	151
Tableau 5.1-4	Code couleur des classes d'état pour les eaux souterraines	152
Tableau 5.1-5	Suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 1 par altération	152
Tableau 5.1-6	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 2 pour 2016	153
Tableau 5.1-7	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2	154
Tableau 5.1-8	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 2 par altération	156
Tableau 5.1-9	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 3 pour 2016	157
Tableau 5.1-10	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3	159
Tableau 5.1-11	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone amont) par altération	161
Tableau 5.1-12	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone aval) par altération	162
Tableau 5.1-13	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 4 pour 2016	163
Tableau 5.1-14	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4	164
Tableau 5.1-15	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 4 par altération	167
Tableau 5.1-16	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 5 pour 2016	168
Tableau 5.1-17	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 5	169
Tableau 5.1-18	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 5 par altération	171
Tableau 5.1-19	Moyenne de l'activité volumique tritium dans les piézomètres depuis 2000	172
Tableau 5.2-1	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène en 2016	185
Tableau 5.2-2	Moyennes annuelles des activités tritium en Bq/L aux points GPNE et R6 pour 2016	185
Tableau 5.2-3	Normes de qualité environnementale	189

Tableau 5.2-4	Classe d'état par élément de qualité	190
Tableau 5.2-5	Code couleur des classes d'état pour les cours d'eau	190
Tableau 5.2-6	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau du Grand Bel en 2016	190
Tableau 5.2-7	Classe d'état par élément de qualité	192
Tableau 5.2-8	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau des Roteures en 2016	192
Tableau 5.2-9	Classe d'état par élément de qualité	193
Tableau 5.4-1	Impact radiologique des rejets en mer pour un adulte	200
Tableau 5.4-2	Impact radiologique des rejets en mer pour un enfant de 10 ans	201
Tableau 5.4-3	Evolution des facteurs de surestimation des relâchements par le modèle	204
Tableau 5.4-4	Facteurs de surestimation des relâchements par le modèle	206
Tableau 5.4-5	Tableau de synthèse des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016	207
Tableau 5.4-6	Résultats détaillés - Tableaux analytiques des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016	208
Tableau 7.1-1	Présentation des points et compartiments de prélèvements	219
Tableau 7.1-2	Présentation des matériels utilisés en regard des compartiments de prélèvements	220
Tableau 7.1-3	Répartition des prélèvements par laboratoire	221
Tableau 7.1-4	Préparations des échantillons avant analyses	222
Tableau 7.1-5	Préparations des échantillons avant analyse	224
Tableau 7.2-1	Présentation des points et compartiments de prélèvements	225
Tableau 7.2-2	Synthèse des prélèvements physico-chimiques au CSM	226
Tableau 7.2-3	Présentation des normes utilisées pour les analyses physico-chimiques dans les eaux	227
Tableau 7.2-4	Présentation des normes utilisées pour les analyses physico-chimiques dans les sédiments	228
Tableau 7.4-1	Valeurs guides précisant les limites de qualité des eaux douces superficielles et des eaux souterraines et des eaux brutes destinées à la consommation	233
Tableau 7.4-2	Valeurs guides pour les sédiments	234
Tableau 7.4-3	Analyses radiologiques des eaux pluviales leur exutoire (CMG)	235
Tableau 7.4-4	Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la CMG	238
Tableau 7.4-5	Analyses physico-chimiques des eaux pluviales (CMG)	239
Tableau 7.4-6	Analyses physico-chimiques des sédiments de la CMG	239
Tableau 7.4-7	Suivi mensuel de la qualité des eaux de la CMG	240
Tableau 7.4-8	Analyses radiologiques des « effluents à risque » à leur exutoire (BDS)	241
Tableau 7.4-9	Suivi des vidanges de cuves des eaux du RSGE de 1998 à 2016	243
Tableau 7.4-10	Analyses radiochimiques des « effluents à risque » (BDS)	244
Tableau 7.4-11	Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » (BDS)	245
Tableau 7.4-12	Analyses du nickel au BDS	246
Tableau 7.4-13	Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activité aux points CMG, BDS, RD12, et RP300 (rejets en continu) ainsi que BRS0 et BRS0bis (rejets concertés)	247
Tableau 7.4-14	Analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire (RP300)	248
Tableau 7.4-15	Analyses physico-chimiques des eaux de drainage couverture (RP300)	249
Tableau 7.4-16	Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle BRS annuels	250
Tableau 7.4-17	Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points exutoires des branches Est et Ouest	254
Tableau 7.4-18	Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)	256
Tableau 7.4-19	Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRS0bis)	258
Tableau 7.4-20	Analyses radiochimiques des effluents au point BRS0	260
Tableau 7.4-21	Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » au point BRS0	261

Tableau 7.4-22	Analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRS0bis	262
Tableau 7.4-23	Analyses radiologiques semestrielles des eaux du réseau de drainage profond aux points de contrôle	263
Tableau 7.4-24	Analyses radiologiques des eaux à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	264
Tableau 7.4-25	Analyses physico-chimiques des eaux de drainage profond en RD12	266
Tableau 7.4-26	Calcul des ordres de grandeurs caractérisant les piézomètres du CSM	267
Tableau 7.4-27	Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre	268
Tableau 7.4-28	Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre	272
Tableau 7.4-29	Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)	277
Tableau 7.4-30	Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres externes au CSM)	283
Tableau 7.4-31	Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres	286
Tableau 7.4-32	Analyses radiologiques des eaux des Roteures (R1)	290
Tableau 7.4-33	Analyses radiologiques des eaux des Roteures (R1-10)	291
Tableau 7.4-34	Analyses radiologiques des eaux du Grand-Bel (R3)	292
Tableau 7.4-35	Analyses radiologiques des eaux de la Sainte-Hélène (R6)	293
Tableau 7.4-36	Analyses radiologiques des eaux à la confluence du Grand-Bel et de la Sainte-Hélène (R6-10)	294
Tableau 7.4-37	Analyses radiologiques des eaux à la source de la Sainte-Hélène (GPNE)	295
Tableau 7.4-38	Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10	296
Tableau 7.4-39	Analyses physico-chimiques des eaux des ruisseaux	297
Tableau 7.4-40	Analyses radiochimiques des sédiments aux points SR3, SR6 et SR6-10	299
Tableau 7.4-41	Analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux	300
Tableau 7.4-42	Contrôles radiologiques des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	301
Tableau 7.4-43	Analyses physico-chimiques des eaux de pluie	302
Tableau 7.4-44	Contrôles radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique	303
Tableau 7.4-45	Contrôles radiologiques du tritium dans l'air sous forme de vapeur d'eau (HTO) et sous gazeuse (HT)	305
Tableau 7.4-46	Contrôles radiologiques des végétaux de la couverture du CSM	306
Tableau 7.4-47	Mesure du rayonnement ambiant à la clôture du CSM	307
Tableau 7.4-48	Contrôle des concentrations atmosphériques en radon	308
Tableau 7.4-49	Régimes mensuels de ventilation des galeries du RSGE depuis 2001	308
Tableau 7.5-1	Piézomètre PO113	309
Tableau 7.5-2	Piézomètre PO136	309
Tableau 7.5-3	Piézomètre PO176	310
Tableau 7.5-4	Piézomètre PO174	310
Tableau 7.5-5	Piézomètre PO143	311
Tableau 7.5-6	Piézomètre PO161	311
Tableau 7.5-7	Piézomètre PO153	312
Tableau 7.5-8	Campagnes de prélèvements de 2016	313

# 1

---

## Introduction

---

<i>1.1</i>	<i>Objectif</i>	<i>17</i>
<i>1.2</i>	<i>Rappel des dispositions réglementaires régissant le contenu du rapport</i>	<i>18</i>
<i>1.3</i>	<i>Rappels sur la couverture et l'organisation des réseaux du CSM</i>	<i>19</i>

## Figures du chapitre 1

Figure 1-1	Coupe des réseaux du Centre de stockage de la Manche	20
Figure 1-2	Réseau pluvial	21
Figure 1-3	Réseau du drainage couverture	22
Figure 1-4	Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et des exutoires des branches Est et Ouest du RSGE	23
Figure 1-5	Configuration des réseaux de collecte du CSM	24
Figure 1-6	Cheminement des « effluents à risque »	25
Figure 1-7	Localisation des BRS et des ouvrages	26

## 1.1 Objectif

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

- d'évaluer l'impact du Centre sur son environnement ;
- de détecter toute situation ou évolution anormale afin d'en localiser et d'en identifier les causes ;
- d'apprécier les quantités de substances radioactives et chimiques susceptibles de migrer en dehors du stockage et d'en connaître les voies de transfert ;
- de vérifier le respect des exigences réglementaires, en particulier en matière de rejets ;
- 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 [REF 2],
- le rapport environnemental annuel à l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 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 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base,
- le bilan de la surveillance pour l'année 2016.

Il répond aux exigences réglementaires définies au § 1.2.

Il 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 présenté dans le dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance).

Le bilan 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 2016. 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 2016.

Le **chapitre 3** présente 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 des mesures réalisées dans les réseaux du Centre. Cela concerne les rejets et consommation d'eau au bâtiment des bassins ainsi que les différents réseaux de collecte du Centre et le comportement hydraulique de la couverture avec le suivi des drains placés sur et sous la membrane bitumineuse.

Le **chapitre 5** présente les résultats des mesures réalisées dans les eaux souterraines, les ruisseaux, ainsi que diverses mesures complémentaires que sont principalement les contrôles atmosphériques et la mesure du rayonnement ambiant.

Par ailleurs, conformément à l'arrêté de rejets du 10/01/2003 [REF 2], le bilan 2016 présente une estimation des doses reçues par la population (§ 5.4.3) ainsi que des tableaux de synthèse et une comparaison du suivi radiologique aux résultats de modélisation (§ 5.4.2), comme il est précisé dans le plan réglementaire de surveillance (PRS) [REF 4], ainsi que les différentes mesures prises par l'exploitant pour la protection de l'environnement (§ 5.5).

## 1.2 Rappel des dispositions réglementaires régissant le contenu du rapport

Ce bilan répond aux exigences du décret autorisant le passage du Centre en phase de surveillance [REF 1], de l'arrêté définissant les règles de rejets [REF 2] et des prescriptions techniques notifiées par l'ASN [REF 3].

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 10/01/03, ce rapport annuel concerne l'application du PRS du CSM [REF 4] et présente l'interprétation des résultats obtenus ;
- conformément au chapitre III-article 22 de l'arrêté du 10/01/03 [REF 2], ce rapport annuel comporte en outre les informations suivantes :
  - le rappel des dispositions du présent arrêté (normes 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, avec les mesures initiales,...),
  - 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 [REF 8],
  - 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, 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 (ainsi que tous les événements susceptibles d'avoir une influence directe ou indirecte sur les résultats), 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, dans le registre réglementaire de surveillance et trimestriellement dans les comptes-rendus d'activité.

Enfin, il présente un erratum concernant le bilan de surveillance de l'année 2015 (§ 7.3).

### 1.3 Rappels sur la couverture et l'organisation des réseaux du CSM

Afin de protéger le stockage, de limiter les infiltrations d'eau de pluie et de favoriser le ruissellement, une couverture composée d'une succession de plans inclinés et dotée d'une membrane bitumineuse a été mise en place au-dessus des ouvrages de stockage. 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 en **Figure 1-1**.

Les réseaux du CSM peuvent être divisés en quatre catégories principales également schématisées en :

- un réseau de surface collectant les eaux de ruissellement de la couverture, incluant les zones du Bâtiment d'accueil du public (BAP) et des voiries (**Figure 1-2**). Du fait de leur provenance, ces eaux ne présentent pas de risque de marquage radioactif en fonctionnement normal du CSM et sont définies comme étant des « eaux pluviales », dirigées en final vers la chambre de mesure globale (CMG).  
Les différentes contributions des eaux pluviales en amont de la CMG, se décomposent comme suit :
  - les eaux pluviales de la couverture et du BAP qui sont dirigées vers la Chambre de récupération des eaux pluviales (CREP),
  - les eaux de ruissellement provenant de la voirie Ouest qui sont dirigées vers la Chambre de mesure des eaux d'exploitation (CMEE),
  - les eaux de ruissellement provenant de la voirie Est dirigées directement vers la CMG.
- un réseau de drainage sur et sous membrane (**Figure 1-3**) collectant les eaux d'infiltration au travers de la barrière biologique de la couverture et drainées sur et éventuellement sous la membrane bitumineuse. Les volumes correspondants sont regroupés au niveau de la fosse dite Chambre de récupération des eaux de drainage (CRED) et sont dirigés vers un bac inox, dans la CMG, via le canal de la Chambre de mesure des eaux de drainage (CMED) équipée d'un débitmètre HYDROLOGIC.

Au niveau du bac inox se situe le point de mesure nommé historiquement RP300 et désigné comme tel dans le bilan (**Tableau 7.4-14**). Au vu du retour d'expérience, les eaux collectées par ce réseau présentent un risque de léger marquage en tritium (lié 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, ces mesures sont inférieures aux seuils de décision.

C'est pourquoi, l'ensemble de ces eaux est géré au titre « d'effluents à risque », excepté en cas de forte pluviométrie, où une fraction de ces eaux est dirigée vers le point exutoire des eaux pluviales, dit point CMG.

Ainsi, les eaux de drainage couverture, provenant de la CMED sont, par conception, dirigées vers l'exutoire des « effluents à risque », le bac du séparatif (BDS) via un bac inox positionné dans la CMG (point RP300). En présence de forts débits (>30 m<sup>3</sup>/h) au niveau de la CMED, il y a débordement du bac inox dans la CMG, d'un excédent des eaux de drainage de la couverture, dite surverse qui rejoint alors les eaux pluviales.

- le Réseau séparatif gravitaire enterré (RSGE) (**Figure 1-4** et **Figure 1-7**), dont la vocation est de recueillir les effluents drainés et collectés à la base des ouvrages de stockage, présente un risque de contamination radioactive et est géré au titre des « effluents à risque ». Ces effluents sont dirigés vers le point BRS0.

En 2011, l'Andra a détourné vers un réseau dédié appelé RSGEbis (**Figure 1-5** et **Figure 1-6**), les eaux provenant de trois ouvrages de stockage, P2, TBC-2, T33-2 dont les exutoires sont respectivement les BRS002, BRS149 et BRS114 (**Figure 1-7**). Le débit important de ces BRS et la faible activité radiologique les caractérisant conduisaient, par effet de dilution, à diminuer la représentativité du point de contrôle BRS0. L'exutoire du RSGEbis a été nommé BRS0bis. Ces effluents sont également gérés au titre des « effluents à risque ».

- un Réseau de drainage profond dit « RD » (**Figure 1-4**), situé à la base des installations du CSM (murs de soutènement, galeries du RSGE, bâtiment des bassins, emprise sous-radier de certains ouvrages profonds), n'est pas en contact direct avec les colis de déchets. Il est géré au titre des «effluents à risque».

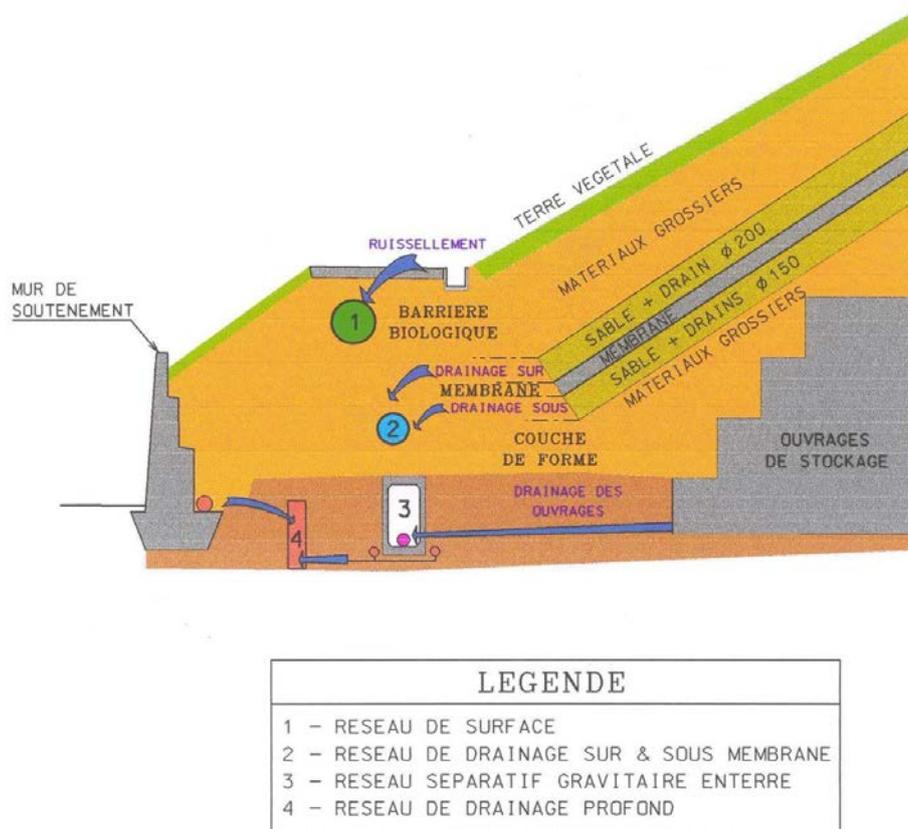
Compte tenu de leurs origines et de leurs caractéristiques radiologiques, les eaux de ces cinq réseaux sont dirigées vers deux exutoires :

- 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'AREVA NC.

Pour mémoire, le réseau de collecte des effluents du bâtiment des bassins, raccordé également au point BDS, ne fait pas l'objet d'un suivi spécifique compte tenu du volume, de la nature et de la provenance de ces effluents (douches, lavabos...).

La configuration des réseaux est présentée en **Figure 1-5**.

Par ailleurs, le cheminement des « effluents à risque » dans le bâtiment des bassins est détaillé en **Figure 1-6**.



**Figure 1-1**

**Coupe des réseaux du Centre de stockage de la Manche**

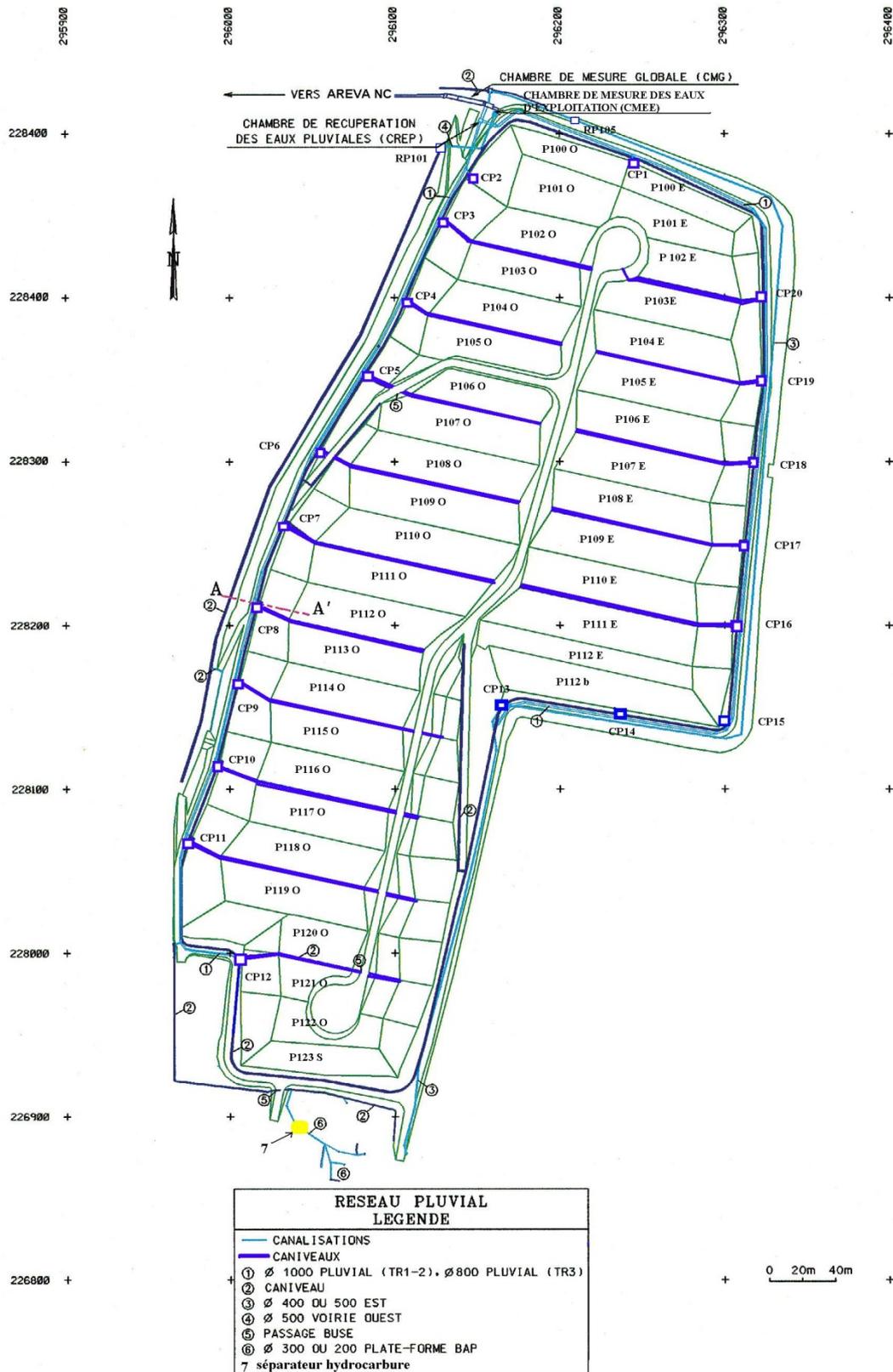


Figure 1-2 Réseau pluvial

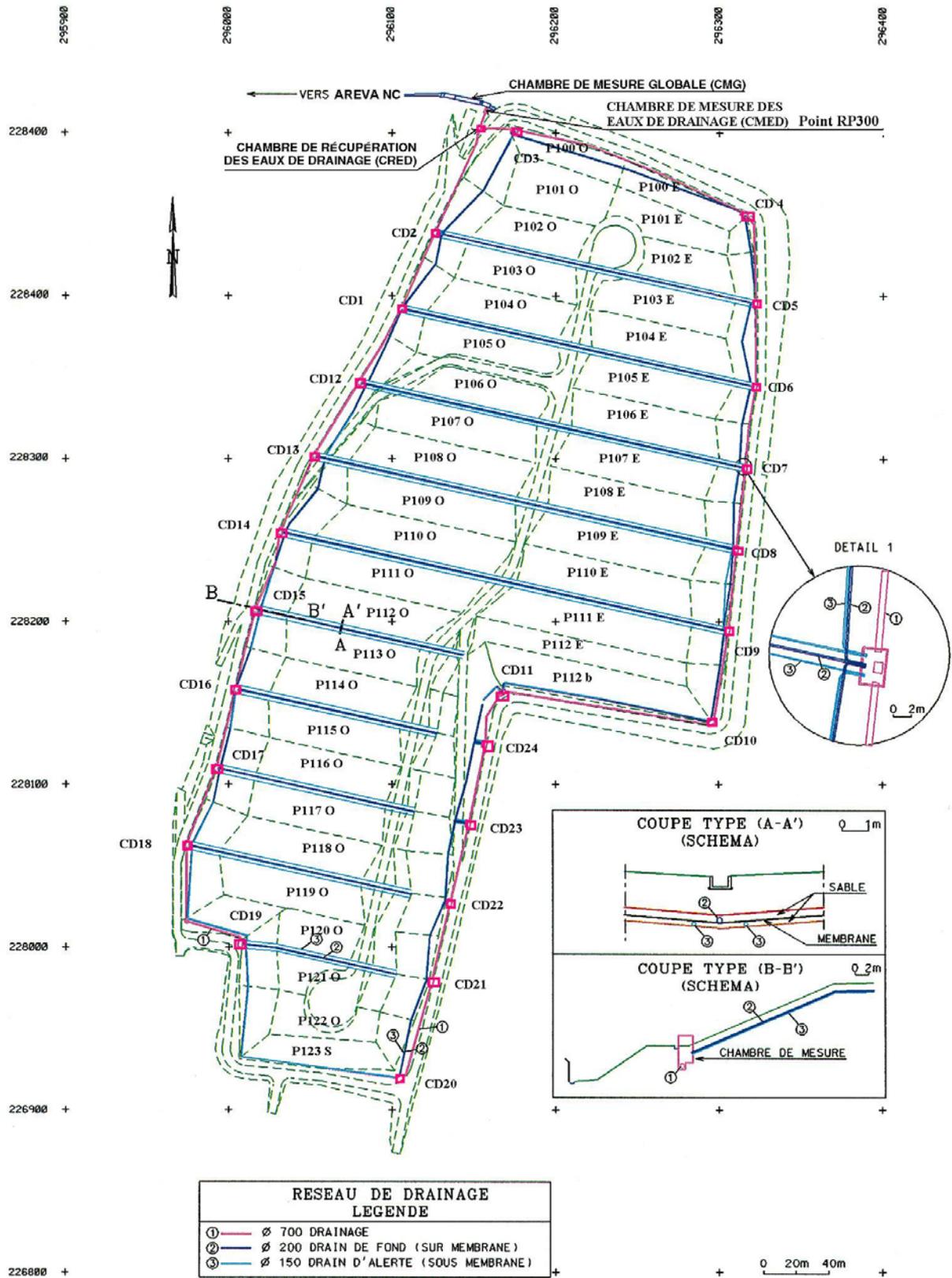
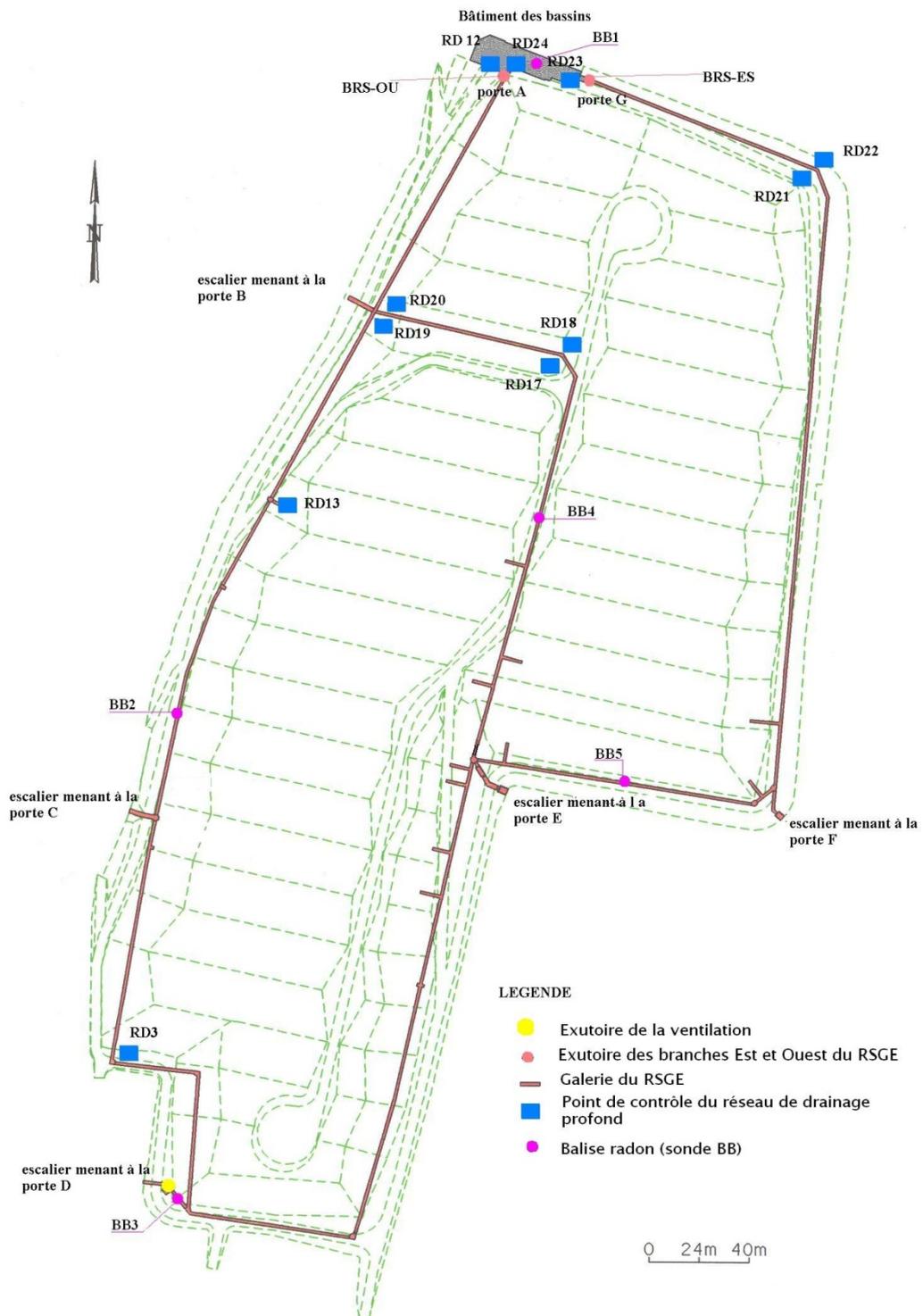


Figure 1-3 Réseau du drainage couverture



**Figure 1-4 Localisation des points de contrôle du réseau de drainage profond et des exutoires des branches Est et Ouest du RSGE**

CONFIGURATION DES RESEAUX DE COLLECTE DES EAUX DU CM EN PHASE DE SURVEILLANCE

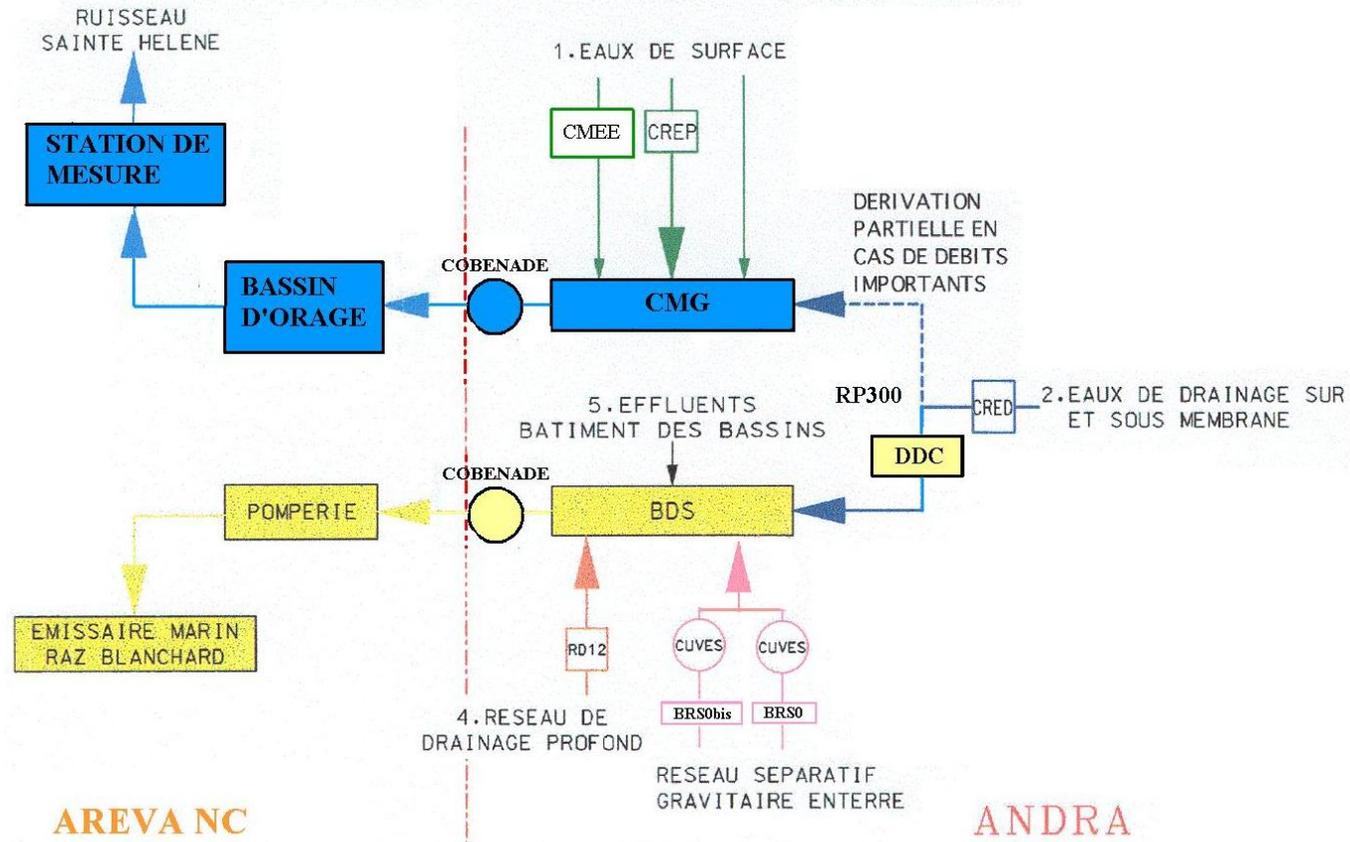


Figure 1-5

Configuration des réseaux de collecte du CSM

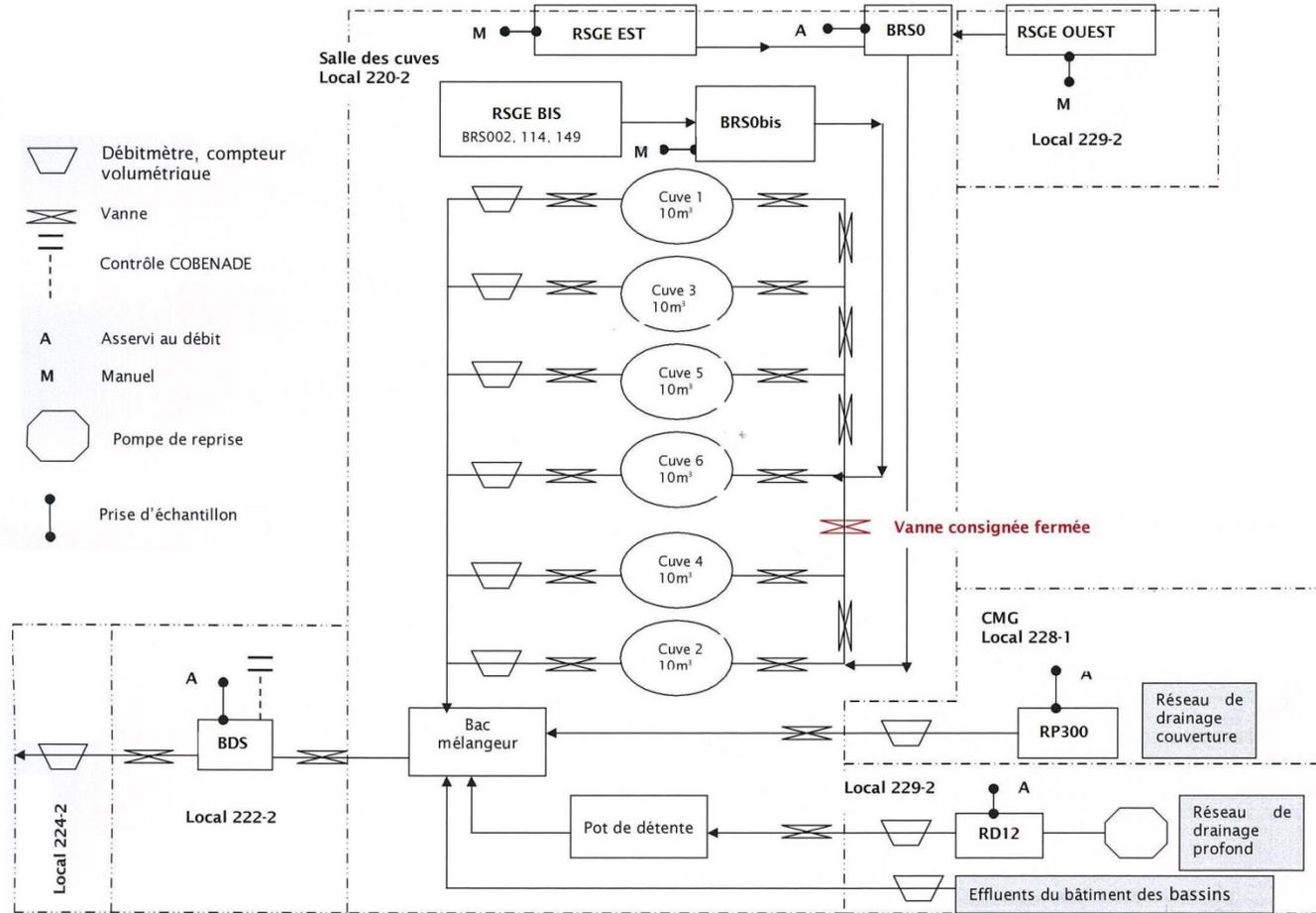


Figure 1-6 Cheminement des « effluents à risque »



# 2

---

## Systemes organisationnel et humain

---

<i>2.1</i>	<i>Faits marquants 2016, perspectives 2017</i>	<i>28</i>
<i>2.2</i>	<i>Incidents et anomalies</i>	<i>30</i>
<i>2.3</i>	<i>Inspection de l'Autorité de sûreté nucléaire</i>	<i>30</i>
<i>2.4</i>	<i>Suivi des prestataires</i>	<i>31</i>
<i>2.5</i>	<i>Maintenance et suivi des installations et ouvrages</i>	<i>33</i>

## 2.1 Faits marquants 2016, perspectives 2017

### 2.1.1 Un très faible impact

Comme pour les années précédentes, l'évolution du Centre en 2016 se caractérise par un impact très faible sur son environnement. Evalué à partir des modèles présentés au §5.4, il se traduit par :

- un impact radiologique par individu non significatif (le résultat du calcul est estimé à  $1,2 \cdot 10^{-5}$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  pour les rejets en mer et à  $0,18 \mu\text{Sv}/\text{an}$  pour le rejet dans le ruisseau de la Sainte-Hélène pour la classe d'âge adulte). Ces valeurs restent très inférieures à la limite d'exposition du public de  $1 \text{ mSv}/\text{an}$ . L'irradiation mesurée en clôture du CSM se maintient au niveau de l'irradiation naturelle de la région sans évolution depuis la mise en place de la couverture ;
- le marquage en tritium de la nappe sous-jacente au Centre continue de décroître en 2016 avec une activité moyenne d'environ  $2\,459 \text{ Bq}/\text{L}$  pour environ  $2\,728 \text{ Bq}/\text{L}$  en 2015.

### 2.1.2 Surveillance de la couverture

En 2016, aucune fissure en crête de talus n'a été observée. Ce constat résulte probablement d'un contexte météorologique marqué par un mois de juin pluvieux ( $145 \text{ mm}$ ) et qui a retardé la désaturation des terrains.

Suite aux travaux de stabilisation du talus 109/110/111 Est réalisés durant l'été 2010, et du talus Nord conforté en 2011, les mesures et les observations de terrain confirment une phase de consolidation lente des remblais mis en place. Le panneau 112bis, conforté en 2013, semble lui aussi tendre vers cette phase de consolidation lente.

En toiture, le suivi du tassement sur le panneau 102 Est ayant fait l'objet d'une restauration montre la poursuite des tassements au sein des colis de déchets avec une vitesse un peu plus rapide que les années précédentes (de  $0$  à  $5 \text{ mm}/\text{an}$ ) mais influencée par des déplacements de piquets suite à des heurts avec les engins de tonte (Cf. 3.1.2.1).

Pour le panneau 107 Ouest, le tassement d'ensemble, qui a débuté en 1996, reste d'amplitude faible et se poursuit globalement à vitesse à peu près constante entre  $5$  et  $10 \text{ mm}/\text{an}$ .

Ces observations, en toiture sur les panneaux 102 Est et 107 Ouest, qui restent compatibles avec les propriétés d'extension et d'étanchéité de la membrane, ne nécessitent pas de travaux de restauration.

### 2.1.3 Amélioration de la collecte des eaux de ruissellement derrière la chambre de drainage CD11

Dans la CD11, les volumes comptabilisés par les drains sous membrane de pieds de talus ayant notablement augmenté en 2013 suite aux travaux de confortement du talus 112bis, l'Andra a réalisé des travaux visant à améliorer la récupération des eaux pluviales et des eaux de drainage couverture derrière la chambre de drainage CD11. Ces travaux, qui ne présentent pas d'enjeu de sûreté, se sont déroulés du 17 au 25 mai 2016. Ils ont consisté en la mise en place d'un drainage de subsurface derrière la chambre de drainage CD11 avec un renvoi des eaux drainées vers le réseau pluvial ainsi qu'un reprofilage du talus pour guider les ruissellements de surface vers le réseau pluvial.

Les dossiers administratifs concernant ces travaux ont été réalisés en 2015.

#### 2.1.4 Recherche des infiltrations d'eaux parasites en périphérie de la membrane

En 2016, l'Andra a poursuivi ses efforts pour déterminer l'origine des infiltrations d'eaux parasites.

Ces travaux ont consisté en :

##### Pour les infiltrations observées à l'angle Nord-Est et au BRS002 :

- des mises en charge hydrauliques :
  - du fossé de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est et respectivement des drains sur membrane de pieds de talus 200BE101 et 200BE102 du réseau de drainage de la couverture entre les chambres de drainage CD4 et CD5 ;
  - du drain sur membrane de toit 200HE102-103 des panneaux 102 et 103 Est ;
- des inspections caméra des drains cités ci-dessus ;
- un arrosage des talus des panneaux 101 Est et 102 Ouest.

##### Pour les infiltrations observées à l'arrière de la chambre de drainage CD14 :

- des mises en charge hydrauliques :
  - du collecteur périphérique du réseau de drainage de la couverture ;
  - du collecteur périphérique du réseau pluvial ;
- des inspections caméra de ces collecteurs ;
- un arrosage du talus à l'arrière de la chambre de drainage CD14.

##### Pour l'amélioration des réseaux de collecte de surface :

La diminution des infiltrations parasites vers les réseaux profonds concernent également l'amélioration de la performance de récupération des eaux de ruissellement par le réseau pluvial. En 2016, l'Andra a réalisé des travaux d'envergure sur ce réseau, notamment en :

- étanchant les espaces entre la voirie périphérique et la paroi latérale des caniveaux,
- réparant et drainant des fontis sous les caniveaux (angles Sud-Ouest et Nord-Ouest),
- mettant en place des bandes COMBIFLEX entre les éléments de caniveaux.

#### 2.1.5 Chantier de mise en œuvre des planches d'essai

En 2014, l'Andra a mis en œuvre, sur des parcelles attenantes au site dans la zone industrielle de Digulleville, 4 planches d'essai afin de suivre sur une période d'environ 10 ans l'évolution comparée d'une couverture composée de schistes comme celle en place sur le CSM et d'une couverture composée de schistes mélangés à de la bentonite.

A la réception des travaux, l'Andra a mis en évidence des problèmes de circulation d'eau parasite entre les différents réseaux de collecte et de raccordement de la membrane recouvrant la couche de forme sur la chambre de mesure. Les travaux d'amélioration du système de collecte des eaux de ces planches d'essai se sont déroulés du 19 septembre au 19 octobre 2016.

#### 2.1.6 Suivi de l'expertise tritium dans les eaux souterraines

Depuis 2013, l'Andra poursuit l'expertise tritium réalisée par la CLI en 2012 concernant la stratification du tritium, en ajoutant à l'expertise chaque année, quelques piézomètres à ceux d'origine afin de cartographier tous les secteurs du Centre. En 2016, les piézomètres PO176, PO174, PO161, PO153, PO143 ont été expertisés en plus des PO113 et PO136 (2 piézomètres parmi les 8 initiaux choisis par le comité de pilotage de la CLI). Les résultats de cette expertise sont présentés au **chapitre 5.1.10**.

#### 2.1.7 Perspectives pour 2017

Les investigations concernant les infiltrations d'eau parasites depuis la surface vont se poursuivre en 2017, notamment par des arrosages de la couverture depuis la surface aux abords de la chambre de drainage CD4 et CD14.

L'opération de prélèvement de membrane bitumineuse, initialement prévue en 2015, sera réalisée en 2017. Cette opération, réalisée périodiquement et prévue au plan de surveillance, consiste à réaliser trois prélèvements de membrane bitumineuse et à vérifier l'état du matériau après plusieurs années de fonctionnement in situ. L'année 2016 a permis la remise à jour des procédures de pose, de soudure et de contrôles associés en s'appuyant sur des organismes dont les compétences sont reconnues. Les précédentes versions des documents dataient de l'époque 1992-1995 où l'Andra avait mis en œuvre la pose des 12 ha de membrane bitumineuse.

L'avant-projet sommaire couverture débutera en 2017. Cet avant-projet couverture étudiera le dimensionnement de la couverture pérenne notamment en termes de stabilité, d'étanchéité et de recherche de solutions aux infiltrations parasites en bordure ainsi que la gestion des eaux associées à l'emprise de la couverture pérenne et son intégration dans l'environnement (accès, protection physique...).

L'année 2017 verra également la fin de la mise à jour du modèle hydrogéologique du CSM, répondant ainsi à une recommandation édictée lors de l'instruction RDS 2009.

Enfin, l'Andra poursuivra l'expertise sur la stratification du tritium débutée en 2012 par la CLI et étendra l'investigation à d'autres secteurs du Centre.

## 2.2 Incidents et anomalies

Soumis à déclaration :

- *Déclaration d'évènement significatif intéressant l'environnement (ESE) au titre du critère n°2 de l'annexe 8 du guide de déclaration d'évènement de l'ASN du 21 octobre 2005, concernant le dépassement de la teneur des matières en suspension (MEST) prescrite à l'exutoire des eaux pluviales dans l'arrêté de rejet.*

Le résultat de la teneur en MEST du prélèvement ponctuel effectué le 26 septembre 2016 à l'exutoire des eaux pluviales (CMG) dépasse la teneur prescrite par l'arrêté de rejet du CSM :

- Teneur limite autorisée : 30 mg/L,
- Valeur mesurée en septembre 2016 :  $(39 \pm 1,95)$  mg/L.

En juillet 2016, le CSM a procédé au broyage des ajoncs à l'Ouest du Centre produisant des poussières que les premières pluies d'août ont entraînées dans le réseau d'eau pluviale. Les précipitations importantes enregistrées durant la semaine 38 (21 mm) ont probablement conduit à la mise en suspension dans la fosse CMG de dépôts résiduels. Ces travaux sont donc très certainement à l'origine de ce dépassement.

## 2.3 Inspection de l'Autorité de sûreté nucléaire

Deux inspections ont été réalisées en 2016 par l'ASN/CAEN concernant le contrôle des installations nucléaires prévu à l'article L. 592-21 du code de l'environnement.

### 2.3.1 Inspection du 13 avril 2016

Cette inspection concernait l'organisation mise en place par l'Andra pour réaliser les prélèvements de membrane bitumineuse et les investigations faites pour identifier les infiltrations d'eau dans la couverture et vérifier l'organisation mise en place en cas de survenue d'un incendie sur le Centre.

L'organisation définie et mise en œuvre par l'Andra pour surveiller et maintenir en bon état les installations du Centre est apparue satisfaisante. Des demandes d'actions correctives associées aux AIP et EIP ont été émises par l'ASN en particulier les exigences liées aux prélèvements de membrane (surveillance des prestataires et contrôles destructifs réalisés sur les prélèvements de membrane). L'Andra a répondu à la lettre de suite d'inspection le 4 juillet 2016.

### 2.3.2 Inspection du 9 juin 2016

L'inspection du 9 juin 2016 a concerné l'impact du Centre sur son environnement. Lors de cette inspection, des prélèvements à caractère inopiné ont été réalisés sur les points de contrôle suivants : barboteur de la station météo, exutoire du réseau séparatif (BDS), exutoire du réseau pluvial (CMG), eaux souterraines (PO180, PO114), eau de surface (ruisseau des Roteures, R1, ruisseau du Grand Bel, R3), herbes de la couverture (V1). Des analyses radiologiques, radiochimiques et physico-chimiques ont été réalisées. Les résultats des analyses radiologiques dans l'environnement ont été déposés sur le RNMRE. Aucun écart significatif des résultats obtenus par rapport à l'attendu n'a été constaté. L'Andra a répondu à lettre de suite d'inspection le 3 août 2016.

## 2.4 Suivi des prestataires

### 2.4.1 Liste des principaux sous-traitants et cascade de sous-traitance

Pour la maintenance des équipements du Centre et pour sa surveillance, l'Andra fait appel à des entreprises sous-traitantes dont la liste est donnée ci-dessous.

- ACE : prestataire effectuant des travaux de serrurerie et chaudronnerie et de mise à jour de plan et en charge de la maintenance préventive des collecteurs des RSGE et RSGEbis.
- ALGADE : laboratoire d'analyses radiologiques sur le radon et prestation de maintenance des appareils de radioprotection liés à la mesure du radon.
- A+ Métrologie : prestataire de vérification de bon fonctionnement et d'étalonnage.
- APAVE N-W : prestataire en charge des contrôles réglementaires externes en radioprotection et des contrôles réglementaires électriques.
- AREVA NC : laboratoires d'analyses radiologiques et de mesure d'exposition.
- AREVA NC : exploitant en charge de la gestion des eaux et de la maintenance du bassin d'orage.
  - HAGUE ENERGIE : sous-traitant prestataire d'AREVA NC en charge de la gestion des eaux et de la maintenance des installations associées.
- ASPECT : laboratoire d'analyses physico-chimiques.
- Auto bilan réseau : prestataire en charge d'inspection caméra et d'expertise de réseaux (pluvial et drainage couverture).
- BCM : prestataire de contrôle de bon fonctionnement des systèmes de protection contre la foudre du BAP.
- BIOTOPE : prestataire en charge des études floristiques.
- CANBERRA : prestataire de maintenance des appareils de radioprotection.
- CERAP : prestataire en charge du bureau de contrôle et de surveillance (BCS).
- DESAUTEL : prestataire en charge de la maintenance réglementaire des extincteurs.
- EICHROM : laboratoires d'analyses radiologiques.
- EMG : prestataire en charge de la maintenance des équipements de communication par radio.
- EXIRYS : prestataire en charge des visites du Centre.
- GEODIS : prestataire en charge des levées topographiques des lignes des piquets et des cibles.
- GET électronique : Prestataire en charge de la maintenance des caméras de vidéo surveillance
- GSF : prestataire en charge du nettoyage des locaux et abords du Centre.
- Hague énergie : prestataire en charge du contrôle de la borne incendie.
- HOCHET : prestataire effectuant des petits travaux de logistique et de génie civil.
- HYDROLOGIC : prestataire en charge de la maintenance des débitmètres.
- IJINUS : prestataire en charge de la maintenance des préleveurs d'échantillons d'eau.
- INDELEC : prestataire en charge de l'installation et de la maintenance corrective de paratonnerre.
- INEO ANC : prestataire en charge de la maintenance électrique et des systèmes de ventilation et de la centrale Argon CO<sub>2</sub>.

- DALKIA : prestataire sous-traitant d'INEO pour la maintenance des ventilateurs et de la climatisation.
- ISOTECH : prestataire en charge de la fourniture du flaconnage des prélèvements.
- LEHOUX : prestataire en charge des curages des réseaux.
- LEMERRE : prestataire en charge des travaux de peinture.
- HYDROLOGIC : prestataire en charge de la maintenance des débitmètres.
- NAVARRA TS : prestataire en charge de la dépollution pyrotechnique.
- NOYON : prestataire en charge des transports des prélèvements entre le CSM et les laboratoires d'analyses.
- PHENIX CONSEIL : Prestataire en charge de la mise à jour de l'étude incendie.
- SDEC : prestataire en charge de la maintenance des barboteurs tritium.
- SECURITAS : prestataire de gardiennage.
- SEO étanchéité : prestataire en charge des réparations des membranes PVC des bassins 300 m<sup>3</sup> et 70 m<sup>3</sup> et de la toiture du BAP
- SIEMENS : prestataire en charge de la maintenance de la détection automatique incendie.
- SITES : prestataire en charge du contrôle de génie civil des éléments de galerie et des ouvrages d'art.
- SOCOMEC : prestataire en charge de la maintenance des onduleurs.
- SOGETI High Tech : prestataire en charge de la maintenance informatique du SICM.
- SOMESCA : prestataire en charge de la maintenance des débitmètres électromagnétiques.
- SUBATECH : laboratoire d'analyses radiologiques.
- TP TINEL : prestataire en charge de travaux de génie civil (réparation des fissures, travaux CD11).
- VALLOIS NORMANDIE : prestataire en charge de l'entretien des espaces verts.
- VEOLIA-PROPRETE : prestataire en charge de la collecte des déchets conventionnels.
- VINCI construction : prestataire en charge des prélèvements de membrane bitumineuse et des réparations des planches d'essai.

#### 2.4.2 Suivi des prestataires – audit interne

L'Andra est responsable de l'ensemble des activités exercées sur le Centre. A ce titre, et conformément à l'arrêté INB du 7 février 2012, elle contrôle la qualité des prestations sous-traitées. En 2016, le suivi des prestataires s'est déroulé sous forme de réunions annuelles techniques, d'inspections techniques et d'audits qualité.

##### 2.4.2.1 Audit prestataire

Les 5 et 6 décembre 2016, l'activité de prélèvements du CSM réalisée par CERAP a été audité selon des exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 « exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » de septembre 2005.

Les points forts relevés lors de cet audit sont :

- la gestion de la métrologie en fort progrès depuis deux ans ;
- la mise en place par CERAP d'un responsable opérationnel qui réalise des visites mensuelles ;
- la qualité du geste technique lors de l'opération de prélèvement ;
- la gestion des compétences du personnel affecté à la prestation.

Deux points sensibles concernant le remplacement à moyen terme des personnes Andra et CERAP ont été identifiés.

Huit axes d'amélioration sont notés à propos de :

- l'engagement de confidentialité,
- l'évaluation de l'efficacité des formations,
- le maintien d'un compte-rendu concernant les visites de site de la responsable opérationnelle,

- l'approfondissement du tableau de suivi des CRS,
- la révision du PAQ CERAP concernant les remontées d'informations en revue de direction,
- l'évolution de la liste des tâches hebdomadaires en y intégrant le changement des biberons du barboteur,
- le traçage de l'opération consistant à regrouper le vendredi les flacons de l'hydrocollecteur,
- l'envoi et la formalisation par les laboratoires extérieurs de leurs exigences (flaconnage, délai, conservation, remplissage des flacons).

#### 2.4.2.2 Inspections techniques prestataires

Les inspections techniques suivantes ont été réalisées :

PRESTATAIRE	ACTIVITES	NOMBRE ET TYPE D'INSPECTIONS
CERAP	Prestataire en charge du bureau de contrôle et de surveillance (BCS)	Réunion annuelle Inspection technique (2)
ASPECT	Laboratoire d'analyses physico-chimiques	Revue technique des points de prélèvements (2) Ouverture de contrat
EICHROM	Laboratoires d'analyses radiologiques.	Ouverture de contrat (1) Inspection techniques (1)
INEO	Prestataire de maintenance électrique	Inspection technique (3)
SECURITAS	Prestataire de gardiennage	Inspection technique (1)
VALLOIS	Prestataire en charge de l'entretien des espaces verts	Inspection technique (1)
ACE	Prestataire effectuant des travaux de serrurerie et chaudronnerie	Inspection technique (1)
AREVA	Exploitant en charge de la gestion des eaux	Réunion annuelle plénière Réunion technique (1) Inspection technique (1)
EXIRYS	Prestataire en charge des visites du Centre	Inspection technique (1)
GEODIS	Prestataire en charge des levées topographiques	Inspection technique (1)

L'Andra s'assure que les procédures, modes opératoires et consignes sont bien appliqués et que l'exécution des cahiers des charges se déroule correctement. Des visites de terrain ciblées sont également effectuées.

#### 2.4.2.3 Audits internes

Le 27 septembre 2016 a eu lieu l'audit de renouvellement des certifications ISO 9001 version 2008, ISO 14001 version 2004 et OHSAS 18001 version 2007 par l'organisme AFNOR. Cet audit sur le CSM est inscrit dans le cadre plus général de l'audit de suivi de l'ensemble des activités de l'Agence.

En décembre 2016, un audit selon les exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 « exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » de septembre 2005, a été réalisé. Cet audit a aussi évalué l'organisation de l'Andra.

## 2.5 Maintenance et suivi des installations et ouvrages

### 2.5.1 Nettoyage et entretien

Pour la partie des installations de rejet, située sur le site d'AREVA NC, il a été procédé aux opérations suivantes sur le bassin d'orage :

- 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.

### 2.5.2 Maintenance préventive

Conformément au PRS, dans le cadre des opérations de maintenance préventive, deux 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 2016. Lors de ces inspections, les vannes de surverse des BRS002, BRS114 et BRS149 ont été manœuvrées. Elles permettent, le cas échéant, d'orienter les eaux de ces BRS vers le RSGE et le point de contrôle BRS0.

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 révision en juin et décembre 2016. Les regards RD12 et RD24 ont été équipés de pompes neuves en septembre 2016.

Les détecteurs de fuite placés sous les cuves des effluents collectés par la canalisation du RSGE et ceux placés à proximité du BDS et du RD12 ont fait l'objet de tests mensuels de bon fonctionnement ainsi que d'un test de report d'alarme. Aucun dysfonctionnement n'a été relevé.

Pour la partie des installations de rejet, placée sur le site d'AREVA NC, les vannes murales et manuelles ainsi que les pompes de relevage ont fait l'objet d'une vérification annuelle en juin 2016 au cours de laquelle il n'a été décelé aucun dysfonctionnement.

Le 30 mai 2016, l'Andra a effectué des inspections par caméra dans les collecteurs périphériques du réseau pluvial et du réseau de drainage de la couverture à l'Ouest du Centre en vis-à-vis de la chambre de drainage CD14 ainsi que des mises en charges hydrauliques ayant pour objectif de déterminer l'origine des entrées d'eaux parasites dans les drains sous membrane de la chambre de drainage CD14. Ces travaux ont conclu que ces collecteurs périphériques n'étaient pas à l'origine de ces infiltrations parasites.

Une inspection caméra a également été réalisée dans la canalisation de diamètre 600 mm du réseau pluvial, depuis le regard du réseau pluvial RP101 vers la chambre CMEE, afin de déterminer l'origine des pertes d'eau identifiées par le débitmètre CMEE. Deux fissures circonférentielles situées à 11 m et 22 m du regard RP101 sont mises en évidence ; elles ne semblent a priori pas suffisamment ouvertes pour expliquer les pertes de volume mesurés par rapport au volume étalon du débitmètre CMEE. L'inspection technique réalisée sur le caniveau du réseau pluvial en amont du regard RP101 montre des défauts d'étanchéité plus à même d'expliquer les fuites d'eau constatées sur cette partie du réseau pluvial. Des travaux de réparation du caniveau pluvial ont été réalisés entre septembre et octobre 2016.

### 2.5.3 Etalonnage, vérification de bon fonctionnement

Les débitmètres BDS et CMG ont fait l'objet d'une vérification de bon fonctionnement semestrielle respectivement en février pour le premier semestre et en août pour le second. 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 en décembre 2016 : les bornes de mesure ont été passées au banc d'essai. Ces débitmètres ont été jugés conformes.

### 2.5.4 Aménagement

En 2016, l'Andra a amélioré la récupération des eaux de ruissellement et de subsurface derrière la chambre de drainage CD11. Ces travaux annoncés au § 2.1.3 sont présentés au **chapitre 3.2.2**.

L'ancien chenil du Centre a été réaménagé en local produits dangereux et en local de conditionnement des glacières de transport des échantillons vers les laboratoires d'analyses.

# 3

---

## Surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche

---

<i>3.1</i>	<i>Comportement physique de la couverture</i>	<i>37</i>
<i>3.2</i>	<i>Etudes et travaux portant sur la couverture</i>	<i>58</i>
<i>3.3</i>	<i>Conclusion sur le comportement physique de la couverture</i>	<i>73</i>

## FIGURES DU CHAPITRE 3

Figure 3-1	Visualisation du linéaire de talus confortés en trait jaune à fin 2013	37
Figure 3-2	Localisation des profils sur piquets en talus et toit de la couverture	38
Figure 3-3	Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)	40
Figure 3-4	Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)	41
Figure 3-5	Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16	42
Figure 3-6	Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16	43
Figure 3-7	Déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du panneau 107 Ouest (TBH) - Ecart constatés entre le relevé du 24/08/16 et les altitudes de référence (extrait de la carte présenté en figure 3.3. sans échelle)	46
Figure 3-8	Tassement 102 Est - Evolution altimétrique du piquet 25 (anciennement 51) depuis l'origine	47
Figure 3-9	Tassement 102 Est - Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des piquets 24 à 32	47
Figure 3-10	Evolution des déplacements moyens des profils des talus de la couverture	49
Figure 3-11	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 109-110 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets	50
Figure 3-12	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 110-111 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets	50
Figure 3-13	Evolution de la vitesse de déplacement du profil Nord1 près les travaux de confortement de l'année 2011 - Relevés mensuels des piquets	51
Figure 3-14	Evolution de la vitesse de déplacement du profil F-G après les travaux de confortement réalisés en août 2013 - Relevés mensuels des piquets	52
Figure 3-15	Evolution de la vitesse de déplacement du profil 100-101 Est - Relevés mensuels des piquets	53
Figure 3-16	Localisation des désordres observés en juillet 2016	57
Figure 3-17	Principe de conception initial des planches d'essai	58
Figure 3-18	Schéma technique du système de collecte des eaux d'une planche d'essai	59
Figure 3-19	Schéma technique de reprise de l'étanchéité latérale des planches d'essai	60
Figure 3-20	Réalisation d'un drainage de subsurface en arrière de la chambre CD11	65
Figure 3-21	Coupe de principe de la tranchée de drainage de subsurface	65
Figure 3-22	Tracé du reprofilage de surface pour un déport des lignes d'écoulement vers les exutoires pluviaux existants	66
Figure 3-23	Cartographie des travaux réalisés sur le caniveau pluvial	70

## TABLEAUX DU CHAPITRE 3

Tableau 3.1-1	Suivi topographique des profils de piquets	39
---------------	--	----

## 3.1 Comportement physique de la couverture

### 3.1.1 Suivi

Plusieurs types de contrôles sont réalisés sur la couverture du Centre de stockage de la Manche dans le cadre de son Plan réglementaire de surveillance [REF 4] :

- un suivi topographique annuel des cibles de l'ensemble de la couverture ;
- un suivi topographique de profils de piquets sur les talus (**Figure 3-2**), dont la fréquence mensuelle, trimestrielle ou semestrielle est adaptée à l'évolution des variations constatées. Les dates des relevés du géomètre pour ces profils sont présentées dans le **Tableau 3.1-1** ;
- des contrôles visuels de la couverture effectués lors d'une inspection, cette année réalisée au mois de juillet 2016.

Il convient de préciser que les origines des mouvements observés sur la couverture sont variables d'une tranche à l'autre de la couverture.

Cette couverture a été mise en œuvre en trois tranches de travaux (**Cf. Figure 3-2**) :

- mars 1993 pour la tranche 1,
- octobre 1994 pour la tranche 2,
- juillet 1996 pour la tranche 3.

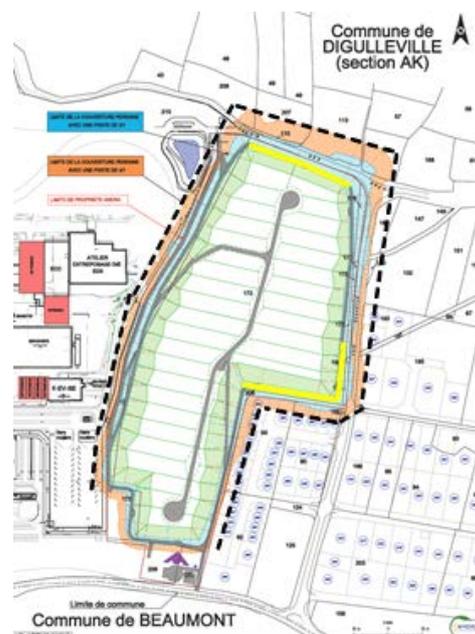
Pour des raisons liées aux conditions historiques de stockage, la tranche 1 d'exploitation reste la plus sujette aux tassements. Ainsi, suite aux mouvements de couverture enregistrés en 1999 au niveau du panneau 102 Est et occasionnés par le tassement de(s) ouvrage(s) sous-jacent(s) (structures P1 et/ou P17) des travaux de confortement ont été réalisés en octobre 2009. Malgré ces travaux, le tassement perdure 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.

Les talus de la couverture du CSM sont sujets à des mouvements lents liés au glissement des matériaux de la couverture au-dessus de 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 :

- en septembre 2010, pour les réparations des panneaux 109 Est, 110 Est, 111 Est.
- en septembre 2011, pour les réparations des panneaux 100 Est et 100 Ouest (talus Nord),
- en septembre 2013, pour les réparations du panneau 112bis.



**Figure 3-1** Visualisation du linéaire de talus confortés en trait jaune à fin 2013

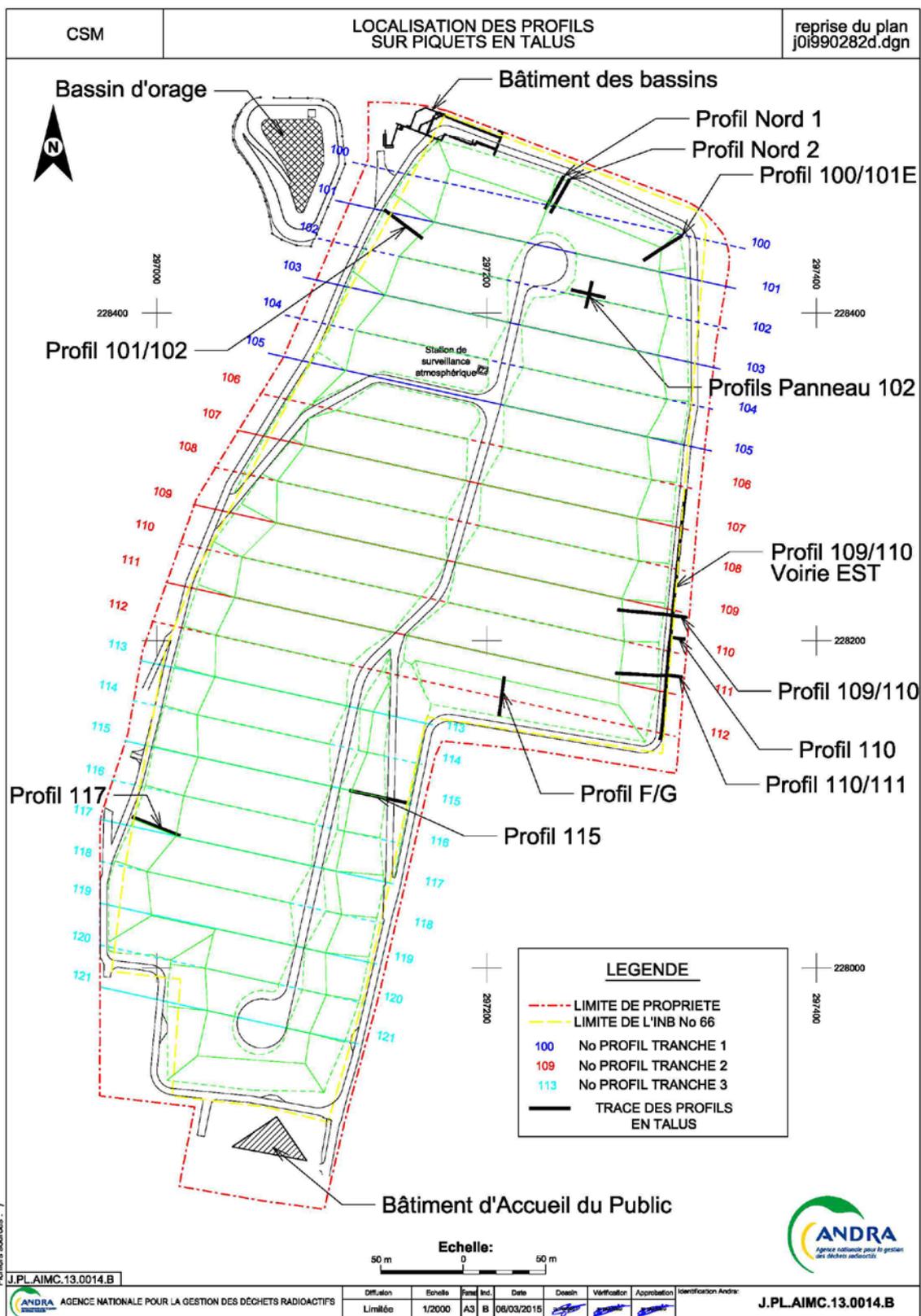


Figure 3-2 Localisation des profils sur piquets en talus et toit de la couverture

**Tableau 3.1-1 Suivi topographique des profils de piquets**

Date	Panneaux									
	102 Est	109/110 Est et voirie	109/110 Est	110/111 Est	112Bis F/G	115 Est	117 Ouest	101/102 Ouest	Nord1(Ouest)	100/101Est
28/01/16					x				x	x
25/02/16					x				x	x
31/03/16	x		x	x	x				x	x
28/04/16					x				x	x
26/05/16					x				x	x
29/06/16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
04/08/16					x				x	x
31/08/16					x				x	x
29/09/16	x		x	x	x				x	x
27/10/16					x				x	x
30/11/16					x				x	x
20/12/16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

NB :

- Le profil Nord 2 a été abandonné en 2014, ses piquets étant implantés dans la terre végétale sujette à d'importantes fluctuations liées à des variations climatiques ; leur étude a été jugée non représentative d'un potentiel mouvement structural de talus. Ce talus Nord est par ailleurs suivi par le profil Nord 1, situé à proximité directe du profil Nord 2, et dont les piquets sont implantés dans les schistes.
- Le profil 100/101Est a été implanté en octobre 2014, à l'extrémité Nord-Est du site, dans une zone jugée potentiellement en mouvement. Les relevés de ce profil ont été réalisés en 2015, à une fréquence trimestrielle, puis passés à une fréquence mensuelle en 2016.

### 3.1.2 Tassements et déplacements observés

Il n'a pas été observé de nouvelles zones de déformation en 2016 par rapport à l'année 2015. Les tassements mesurés en 2016 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. La couverture au droit du tassement du panneau 102 Est a été réparée en octobre 2009, mais le tassement des colis en profondeur se poursuit, engendrant, en 2016, un mouvement principalement altimétrique de vitesse très faible comprise entre 0 et 5 mm/an (cf § 3.1.2.1). Les tassements mesurés au niveau du panneau 107 Ouest en 2016 sont principalement altimétriques et de vitesse faible, comprise entre 0 et 10 mm/an (cf. 3.1.2.1).
- 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) se traduisant par un mouvement dont la composante est principalement planimétrique, pour des vitesses moyennes mesurées en 2016 de 0 à 5 mm/an et maximales de 15 à 20 mm/an (panneaux 112, 113 et 114 Ouest). 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. Neuf profils, implantés sur les talus dont les glissements sont les plus importants, sont actuellement suivis (Cf. **Tableau 3.1-1**), permettant ainsi d'apprécier plus précisément leur évolution.

Les cibles de la couverture font l'objet d'un levé topographique annuel qui s'est déroulé le 24 août 2016. Des représentations graphiques, par zonéographie des déplacements altimétriques et planimétriques par rapport à la référence (1996), sont données respectivement en **Figure 3-3** et en **Figure 3-4**, et par rapport au précédent relevé du 22 juillet 2015 en **Figure 3-5** et en **Figure 3-6**.

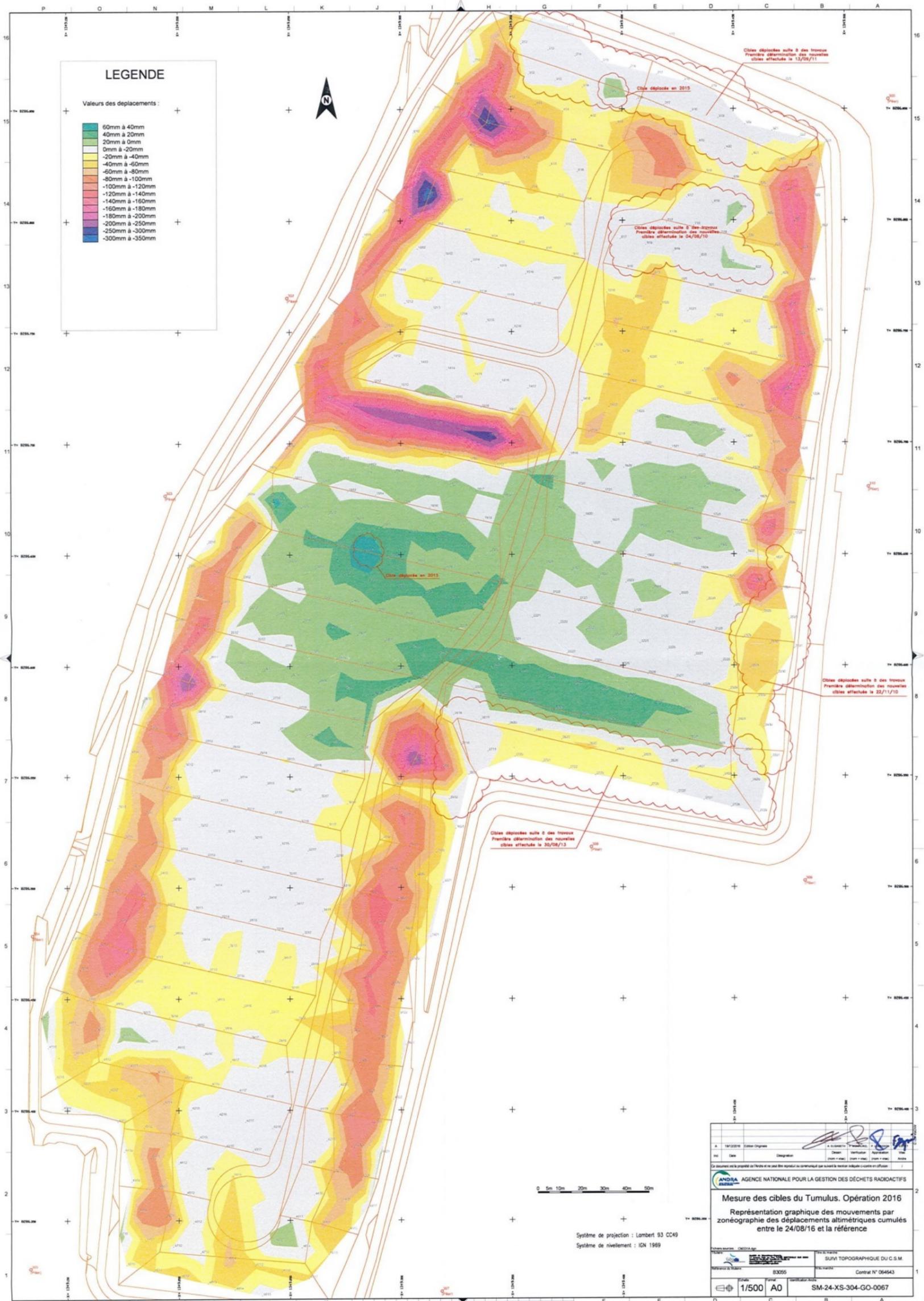


Figure 3-3 Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)

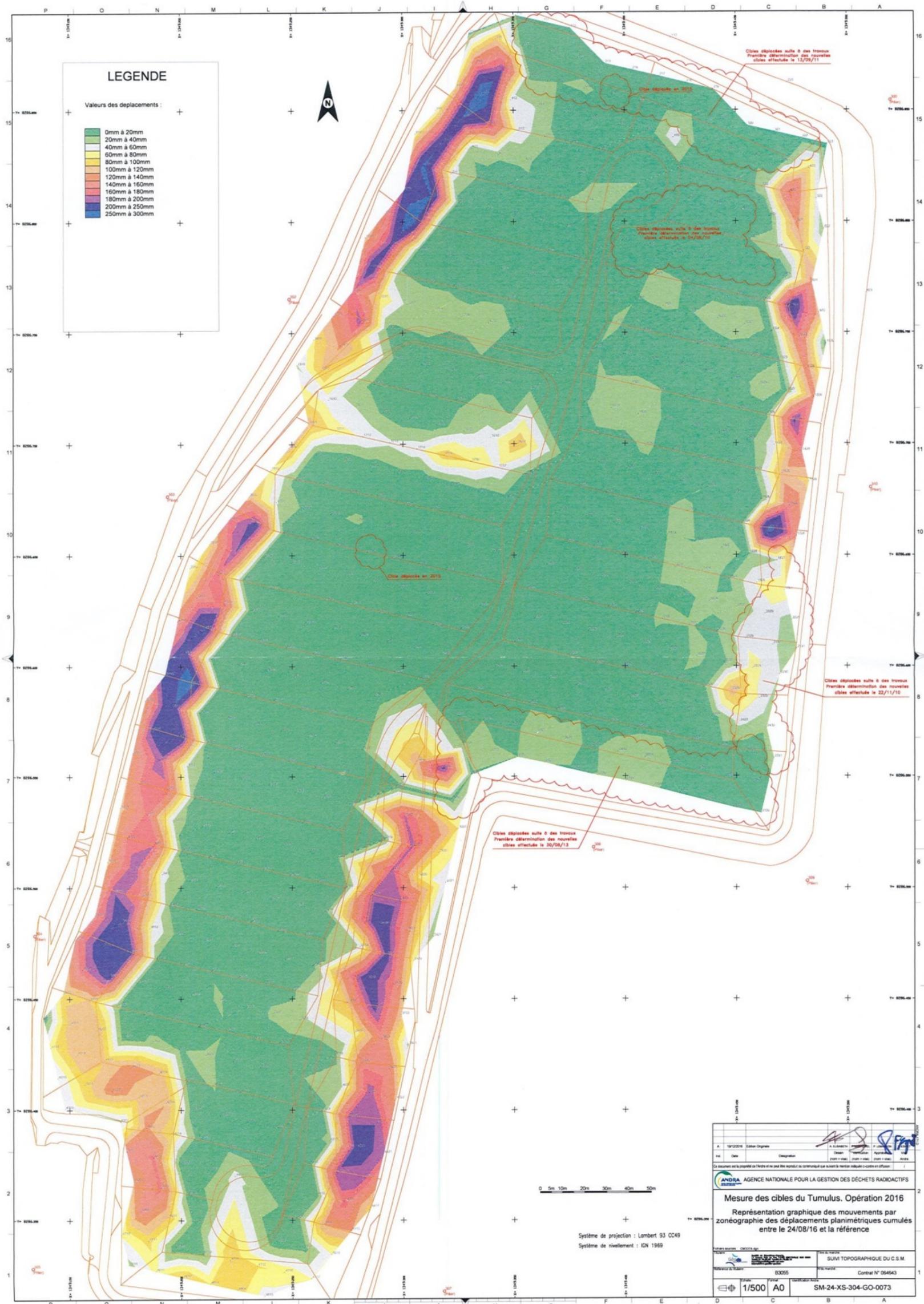


Figure 3-4 Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 24/08/16 et la référence (1996 hors zone de confortement)



Figure 3-5 Zonéographie des déplacements altimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16

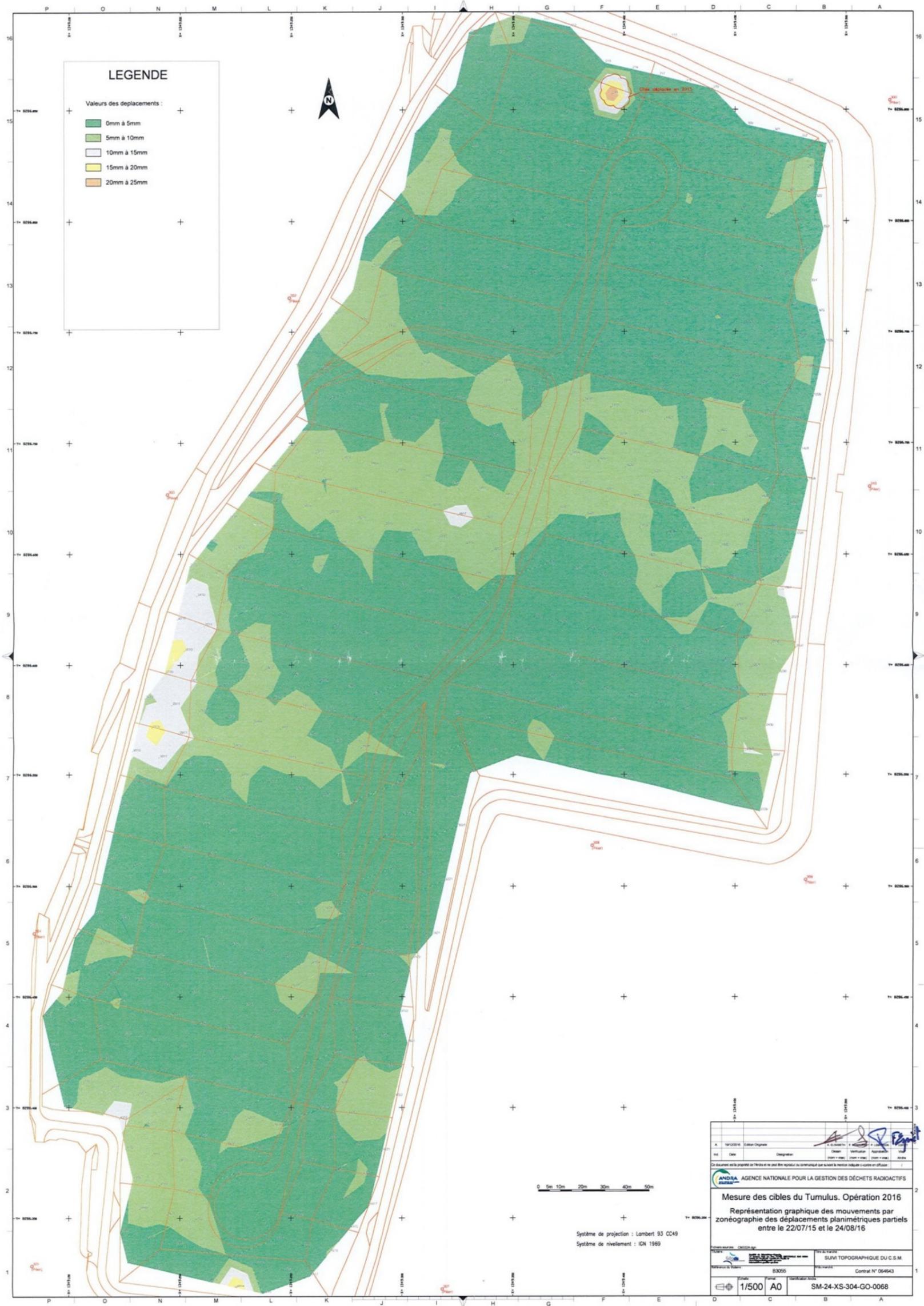


Figure 3-6 Zonéographie des déplacements planimétriques entre le 22/07/15 et le 24/08/16

### 3.1.2.1 Mouvements sur le toit de la couverture

#### 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 : 5 à 10 mm en 2016 pour les cibles les plus impactées et correspondant à la ligne des cibles numérotées de 1611 à 1616.

Pour ces cibles, la vitesse de tassement reste globalement stable, avec une vitesse maximale mesurée sur la cible 1613 de 5,3 mm/an. La cible 1616 demeure la plus impactée, avec une profondeur maximale de tassement observée entre l'origine et le 24 août 2016 d'environ 300 mm (**Figure 3-7**) (296 mm exactement), et une vitesse de tassement altimétrique enregistrée en 2016 d'environ 4,6 mm/an. Ces tassements restent compatibles avec les propriétés d'extension et d'étanchéité de la membrane bitumineuse. En effet, on estime que la membrane conserve son étanchéité pour une élongation pouvant atteindre une valeur maximum de 25 %. La déformation sur ce panneau est évaluée par calcul trigonométrique à 1,1 % d'élongation.

#### 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.

Un mouvement, enregistré sur cette zone depuis 1997, a pris une ampleur significative en septembre 1999. Le suivi des profils de piquets en croix effectué depuis cette date avec une fréquence trimestrielle des relevés (localisation des profils : **Figure 3-2**), plus précis que celui des cibles, 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 3-8**)).

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 [REF 17].

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 (**Tableau 3.1-1**).

Les relevés trimestriels réalisés en 2016 montrent que le tassement au droit de l'ancienne dépression se poursuit. Sur ce tassement, l'amplitude maximale relevée pour le profil Nord-Sud est de 44 mm et celle pour le profil Est-Ouest de 42 mm depuis 2009.

Les vitesses de tassement des piquets en 2016 sont de l'ordre de 10 mm/an sur le profil Est-Ouest et 5 mm/an sur le profil Nord-Sud. La très nette augmentation de ces vitesses de déplacement entre 2015 et 2016 n'est pas due à une amplification des tassements, mais à des déplacements de piquets lors des tontes estivales. Compte tenu de l'évolution de la puissance des engins de tontes, il s'avère que les mesures de protection qui étaient prises jusqu'à présent sont insuffisantes pour protéger les piquets. Afin d'éviter que cette problématique ne se réitère, des bâches de protection vont être mises en place sur l'ensemble des profils, permettant ainsi d'éviter l'approche des engins de tontes et les risques de déplacements des piquets.

Les mesures effectuées sur les cibles topographiques à ce niveau n'indiquent pas de modifications notables du comportement de cette zone de tassement pour des vitesses comprises entre 0 et 5 mm/an.

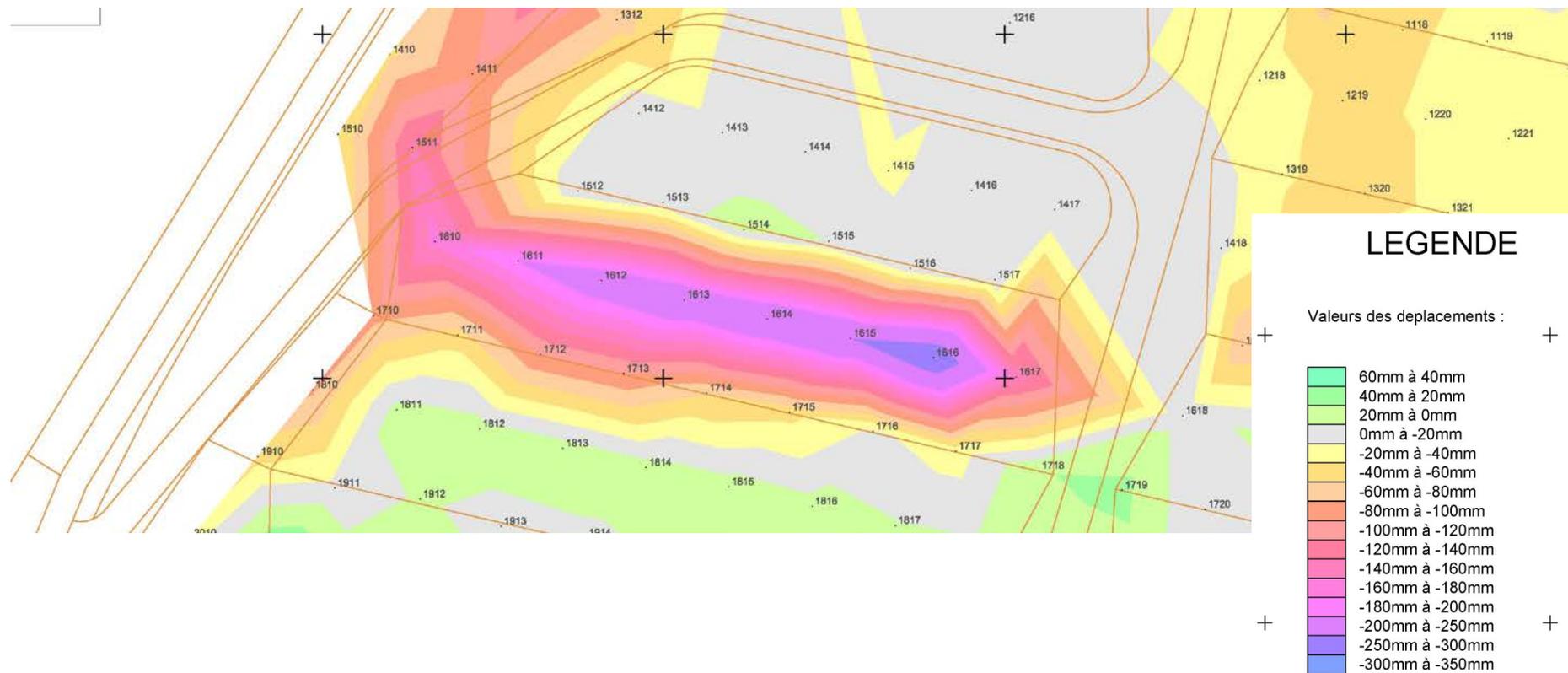
On note que le tassement du panneau 102 Est se poursuit à une vitesse lente et régulière, plus ou moins accentuée suivant les années par les rythmes saisonniers, ce qui correspond à une amplitude de

tassement depuis la réalisation des travaux de reprise (octobre 2009) et au point le plus bas (piquet 25<sup>1)</sup>) de 0,42 cm (**Figure 3-8**).

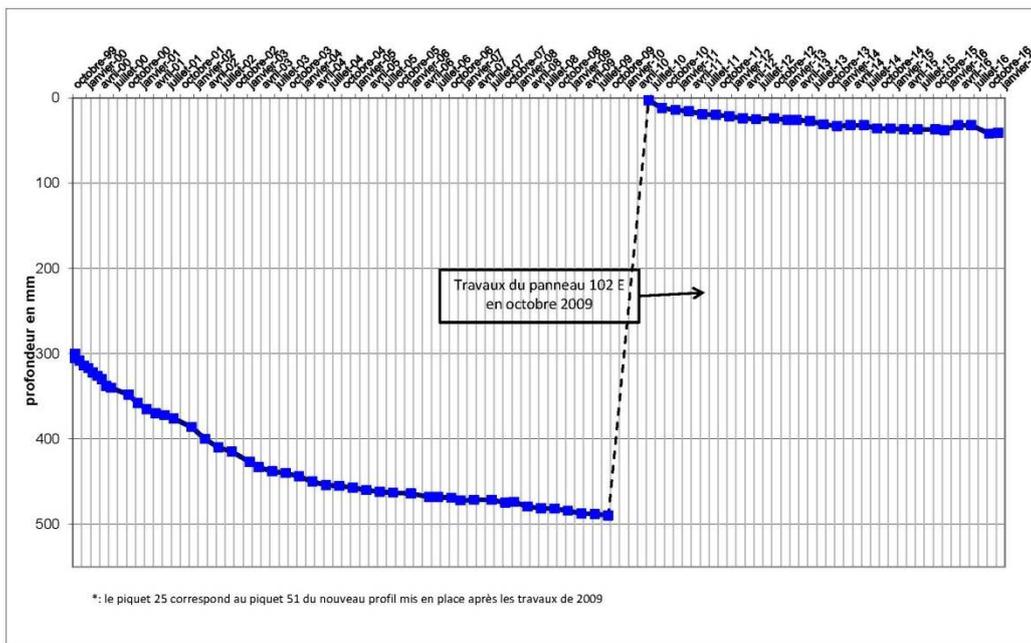
Ces tassements, qui se sont opérés suite à cette phase de travaux, restent compatibles avec les propriétés d'élongation de la membrane bitumineuse sans perte d'étanchéité. En effet, on estime que la membrane conserve son étanchéité pour une élongation pouvant atteindre une valeur maximum de 25 %. La déformation enregistrée sur le panneau 102 Est correspond à une élongation évaluée par calcul trigonométrique comme très largement inférieure à 1 %.

---

<sup>1</sup> Sans considérer les piquets bousculés par les opérations de tonte

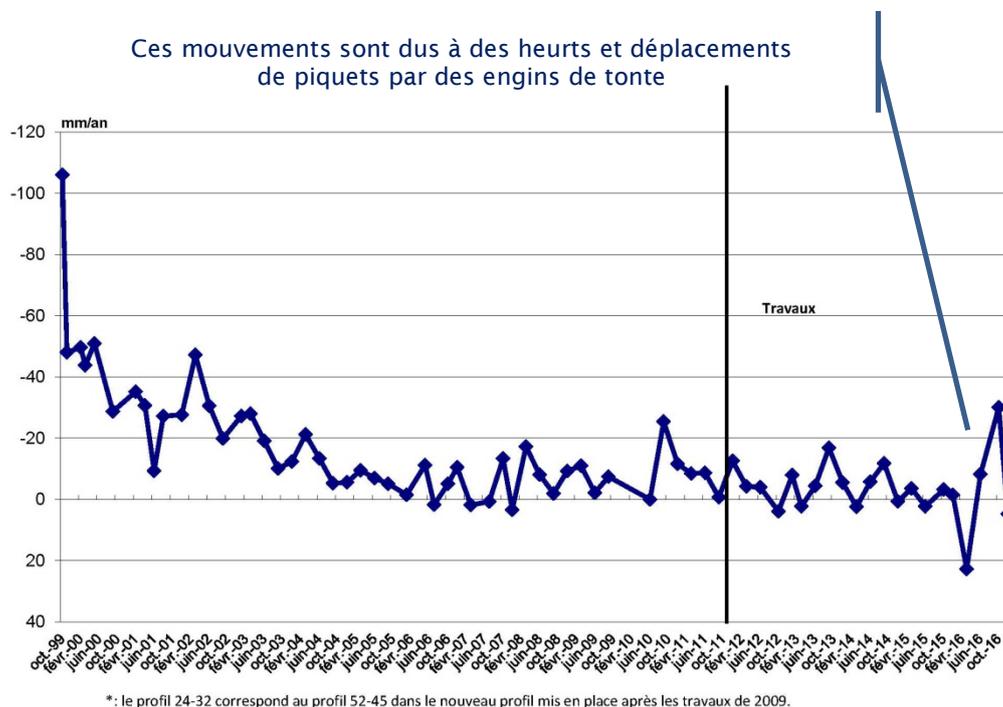


**Figure 3-7** Déplacements altimétriques des cibles situées au voisinage du panneau 107 Ouest (TBH) – Ecart constaté entre le relevé du 24/08/16 et les altitudes de référence (extrait de la carte présentée en figure 3.3. sans échelle)



**Figure 3-8** Tassement 102 Est - Evolution altimétrique du piquet 25 (anciennement 51) depuis l'origine

Nota : le choix du piquet 51 correspondait au point d'affaissement le plus important (reprise sur le piquet 25).



**Figure 3-9** Tassement 102 Est - Vitesse moyenne de tassement (en mm/an) des piquets 24 à 32

### 3.1.2.2 Mouvements des talus périphériques de la couverture

Les talus périphériques sont suivis par des profils de piquets, relevés par un géomètre avec des fréquences adaptées à la vitesse de déformation mesurée (Cf. **Tableau 3.1-1**). La localisation de ces profils est présentée en **Figure 3-2**.

Les résultats de mesures des déplacements moyens des 9 profils auscultés sur les talus périphériques de la couverture sont récapitulés dans la **Figure 3-10**. Cette figure montre à la fois l'amplitude du déplacement moyen pour chaque profil, 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 vitesses actuelles sont relativement lentes, de l'ordre de quelques millimètres/an jusqu'à une vingtaine de millimètres. Depuis la réalisation des travaux de confortement, au niveau des talus les plus instables, les vitesses mesurées ont maintenant et globalement tendance à ralentir au fil des années sur l'ensemble des talus confortés. Ces courbes d'évolutions illustrent une phase de consolidation d'abord active puis lente des remblais mis en place lors des travaux de confortement visant à en réduire les pentes.

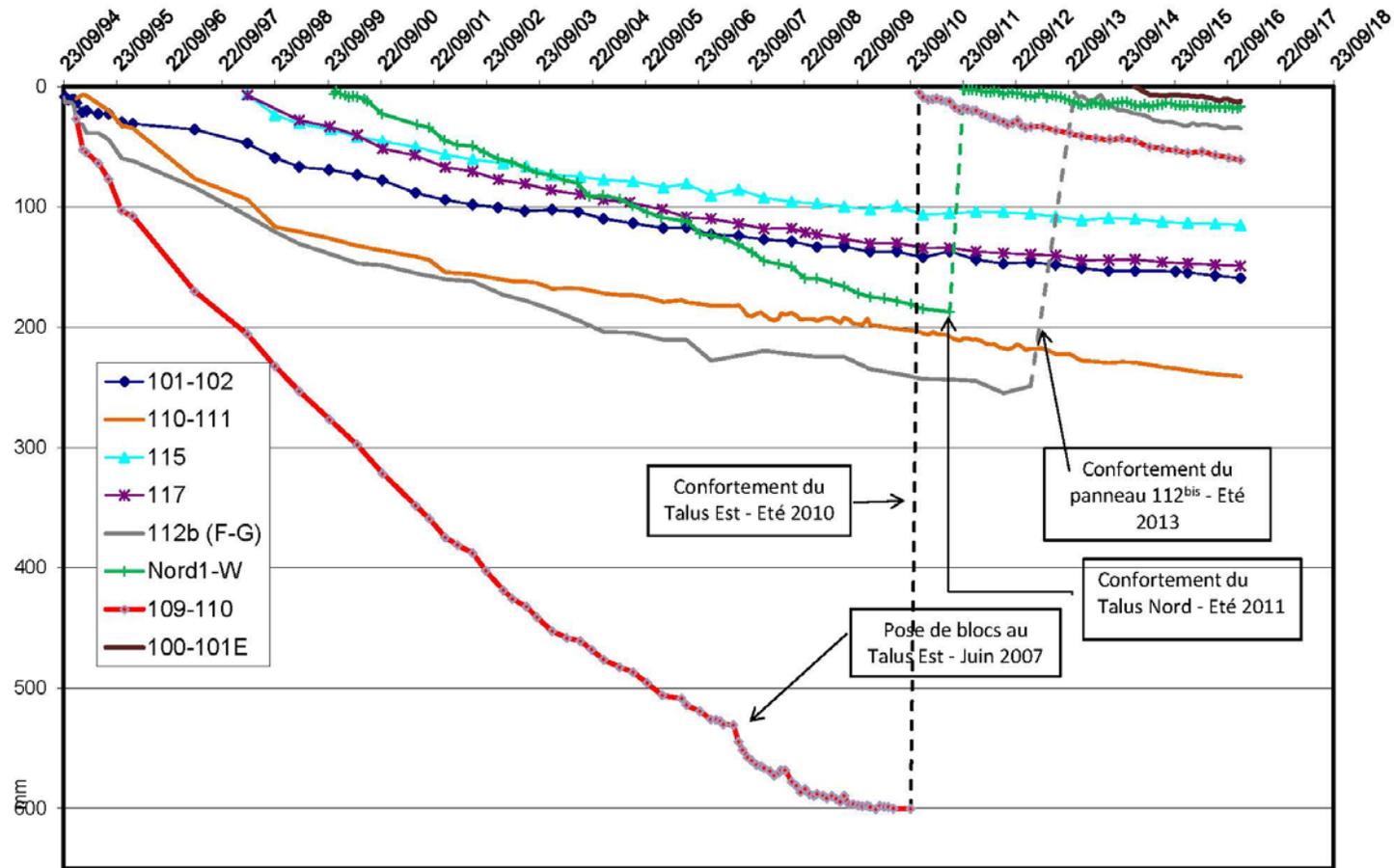
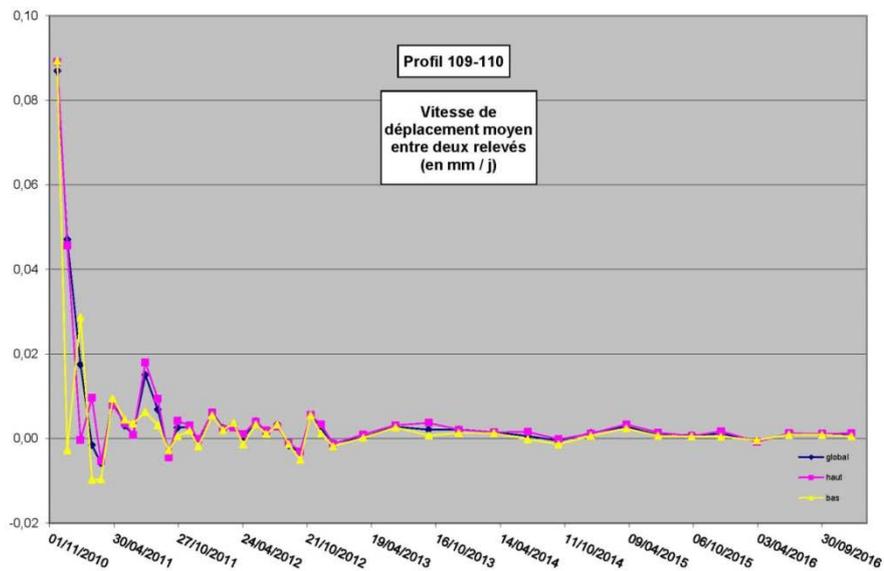


Figure 3-10 Evolution des déplacements moyens des profils des talus de la couverture

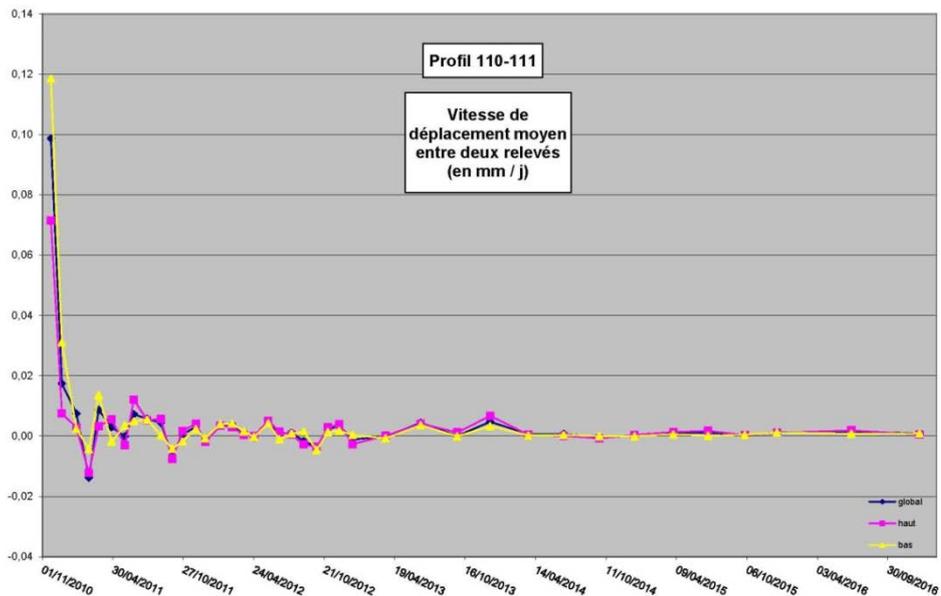
Profil 109/110 Est et 110-111 Est

Les panneaux 109-110-111 Est ont fait l'objet de travaux de confortement durant l'été 2010 (localisation de la zone confortée en **Figure 3-1**). Deux profils en piquets sont situés sur cette zone : 109-110 Est et 110-111 Est.

Des levés mensuels ont été réalisés sur ces profils, suite aux travaux de confortement. La **Figure 3-11** et la **Figure 3-12** représentent l'évolution de la vitesse de déplacement moyen de ces profils entre deux relevés depuis l'année 2010.



**Figure 3-11** Evolution de la vitesse de déplacement du profil 109-110 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets



**Figure 3-12** Evolution de la vitesse de déplacement du profil 110-111 Est après les travaux de confortement de l'été 2010 - Relevés trimestriels des piquets

Le relevé annuel des cibles au niveau de ces panneaux (**Figure 3-5** et **Figure 3-6**) indique un mouvement toujours perceptible, significatif d'une phase de consolidation lente des remblais mis en place durant l'été 2010.

Les relevés des cibles implantées en talus indiquent une vitesse de déplacement moyenne de 5 à 10 mm/an, de composante principalement planimétrique, pour une vitesse maximale planimétrique, mais aussi altimétrique de 10 et 15 mm/an enregistrée en limite des talus 111 et 112 Est, délimitant ainsi une zone de mouvement par ailleurs déjà identifiée les années précédentes. Cette zone reste peu étendue et aucun désordre de surface n'est constaté (fissures) ; ainsi les phénomènes enregistrés à ce niveau peuvent être considérés comme peu significatifs.

Les relevés effectués sur les profils en 2016 (**Figure 3-11** et **Figure 3-12**) confirment les observations faites depuis 2012 et montrent une régularisation de la vitesse de déplacement autour de zéro entre deux prises de mesure.

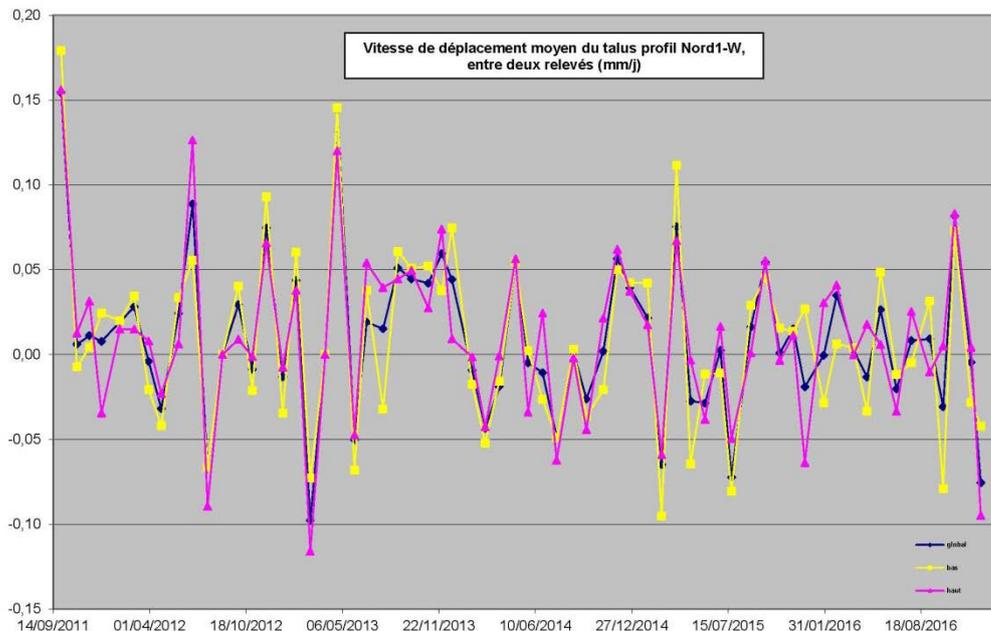
Aucun désordre de surface n'a été observé (**Figure 3-16**) en crête des talus 109 -110 -111 Est lors de la campagne annuelle d'inspection et de traitement de la couverture 2016.

Ainsi, l'ensemble des observations et mesures faites en 2016 sur les talus 109 -110 -111 Est confortés illustre un comportement stable, ou en phase de consolidation lente des remblais mis en place lors du confortement de 2010.

#### Profils Nord 1 (Talus Nord)

Les panneaux 100 Est et 100 Ouest ont fait l'objet de travaux de confortement durant l'été 2011 (localisation de la zone confortée en **Figure 3-1**). Un profil en piquets (piquets fondés dans les remblais) est implanté à ce niveau dit profil Nord 1 permettant ainsi de suivre l'évolution de ce talus conforté. En mars 2013, les piquets du profil Nord1 ont été scellés car suite aux fortes pluviométries de l'année 2012, ils présentaient des défauts de stabilité.

La **Figure 3-13** représente l'évolution de la vitesse de déplacement moyen du profil Nord1 (Cf. **Figure 3-2**) entre deux relevés depuis le mois de novembre 2011.



**Figure 3-13** Evolution de la vitesse de déplacement du profil Nord1 près les travaux de confortement de l'année 2011 - Relevés mensuels des piquets

Le suivi de ce profil (présenté en **Figure 3-13**) reste difficile à interpréter. Si les mouvements enregistrés n'indiquent pas une instabilité, car restant toujours dans la marge d'incertitude des mesures, des fluctuations irrégulières positives et négatives, oscillant autour de zéro, sur une amplitude de 0,10 mm/j sont enregistrées. Après vérification sur le terrain, il apparaît que ces fluctuations sont certainement le fait d'un défaut d'aplomb de plusieurs piquets, ce qui peut constituer un facteur d'incertitude lors de la prise de mesures.

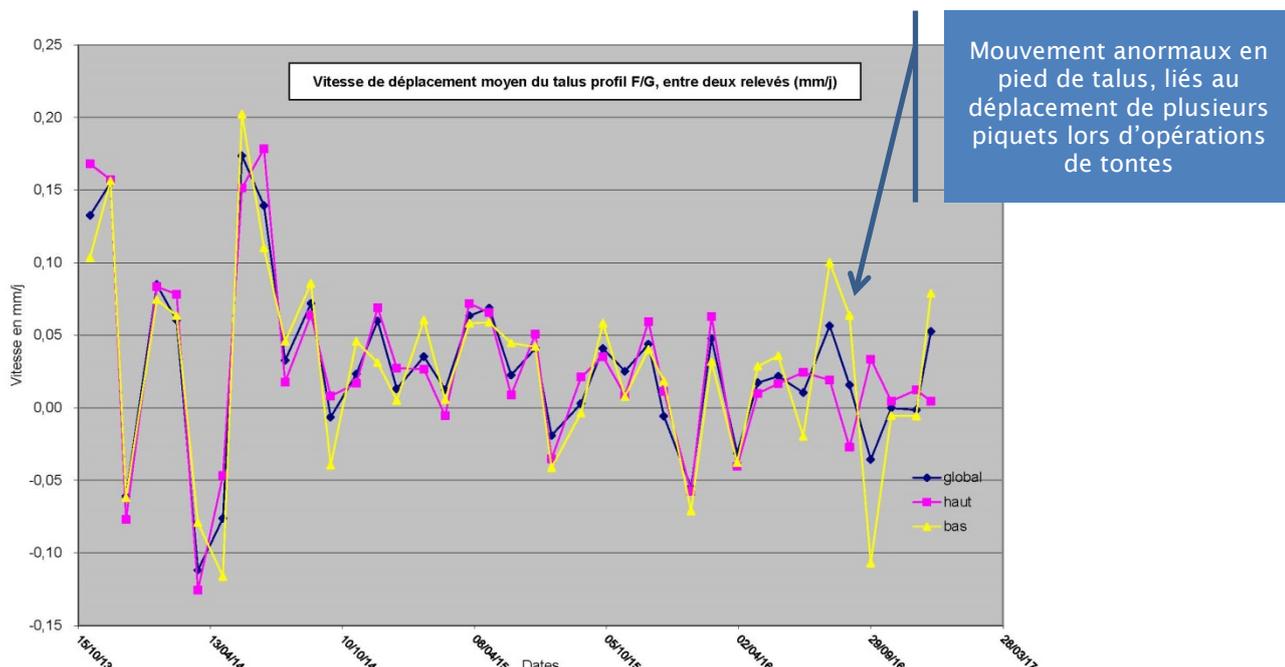
Dans ce cas de figure, le relevé des cibles semble plus pertinent pour évaluer le comportement de ce talus ; il indique des mouvements de faible amplitude, pour une vitesse moyenne de 0 à 5 mm par an et un maximum en déplacement planimétrique de 5 à 10 mm en pointe Nord-Est en sommet de talus (hors zone de confortement – voir profil 100-101Est), ainsi qu'en pied de talus au Nord-Ouest.

Sur l'ensemble du talus Nord conforté (hors coin Nord-Est voir chapitre profil 100-101 Est), il n'a pas été observé de signes d'instabilité tels que fissures en crête de talus, terrain moutonné, trous de mulot sub-vectifs symptomatiques d'un sol décomprimé.

L'ensemble de ces observations semble indiquer que le talus Nord ne présente pas d'instabilité ; il serait en phase de confortement lent.

### Talus 112bis (Profil F-G)

Les travaux de confortement du panneau 112bis ont eu lieu du 8 avril 2013 au 1<sup>er</sup> août 2013 (localisation de la zone confortée en **Figure 3-1**). Le profil en piquets déjà implanté à ce niveau, dit profil F-G, a été remis en place suite aux travaux de confortement. La fréquence de relevé du profil F-G est mensuelle.



**Figure 3-14** Evolution de la vitesse de déplacement du profil F-G après les travaux de confortement réalisés en août 2013 - Relevés mensuels des piquets

Les mouvements enregistrés sur ce profil sont caractérisés en 2016 par une vitesse de déplacement moyenne de 0,03 mm/j. Les variations de vitesse enregistrées en 2016 (hors en pied de talus où certains les piquets du profil ont subi des dégradations lors des tontes estivales), sont de plus faible envergure que les années précédentes.

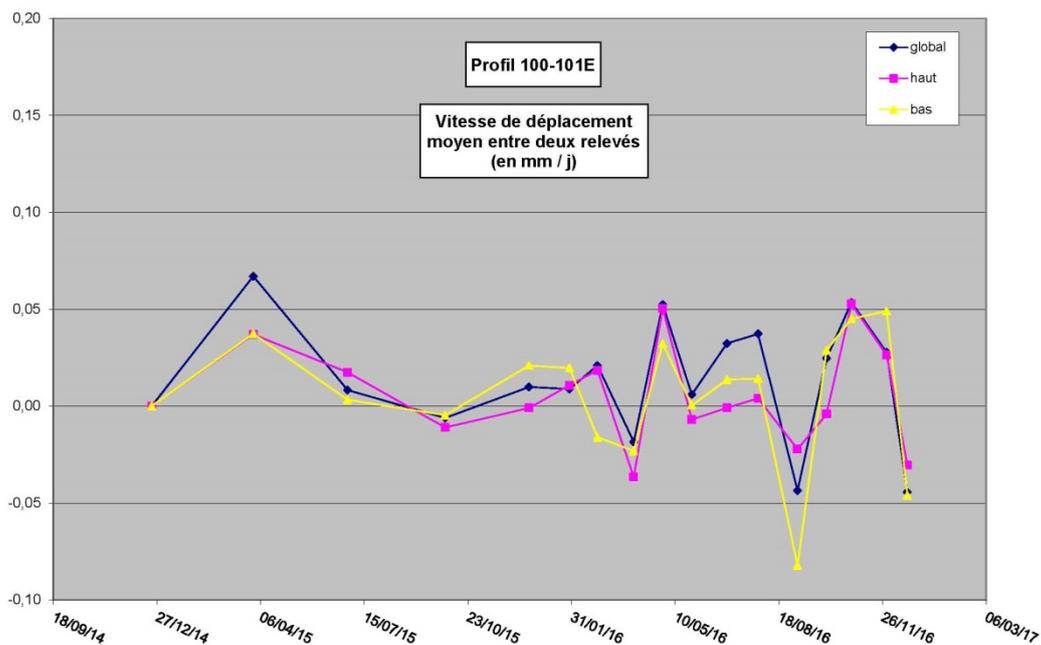
En 2016, le relevé des cibles indique un déplacement planimétrique et altimétrique moyen de 0 à 5 mm et un déplacement altimétrique maximum de 5 à 10 mm sur les cibles 2622 à 2625. Ces mouvements sont de plus faible amplitude qu'en 2015.

Ces mouvements de talus ne sont pas accompagnés en 2016, de désordres significatifs en surface de type fissures ou zones décomprimées.

L'ensemble de ces constats peut être interprété comme symptomatique du passage en 2016 d'une phase de consolidation active, constatée de 2013 à 2015, vers une phase de consolidation plus lente des remblais mis en place en 2013.

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, est suspectée d'être en mouvements (observations de terrain) et a été équipée d'un profil en piquet en octobre 2014. D'abord relevée à une fréquence trimestrielle en 2015, la fréquence a été portée en mensuelle en 2016.



**Figure 3-15 Evolution de la vitesse de déplacement du profil 100-101 Est - Relevés mensuels des piquets**

Les relevés du profil 100-101 Est restent difficiles à interpréter car l'Andra dispose encore de trop peu de mesures. Les mesures effectuées sur ce profil semblent bien indiquer un mouvement, qu'il conviendra de mieux caractériser au fil du temps (type : tassement, glissement ; ampleur : axe de la déformation, extension).

Le tassement maximum enregistré sur le profil 100-101 Est depuis sa mise en place en octobre 2014 est de 21 mm (piquet 24) pour une vitesse moyenne de tassement estimée en 2016 à 0,03 mm/j. Cette

déformation enregistrée entre 2014 et 2016 reste compatible avec les propriétés d'étanchéité de la membrane bitumineuse, car engendrant une élongation de la géomembrane largement inférieure à 1 % (estimation par calcul trigonométrique), sur une marge de 25 %.

Le relevé effectué sur les cibles à ce niveau enregistre :

- un mouvement parallèle à l'axe du talus et du profil en piquet 100-101 Est, dont la composante, essentiellement planimétrique, semble indiquer une déformation de type glissement, pour une vitesse moyenne de 5 à 10 mm ;
- un mouvement perpendiculaire à l'axe du talus dont la composante, essentiellement altimétrique, semble indiquer une déformation de type tassement, pour une vitesse moyenne de 0 à 5 mm/an et maximum de 5 à 10 mm/an au niveau de la borne 422.

Ainsi, le profil en piquet 100-101 Est apparaît insuffisant pour pleinement caractériser la déformation existant à ce niveau et sera complété par la mise en place de bornes topographiques supplémentaires implantées dans l'ensemble de la zone identifiée en mouvement.

Sur la cible 422, la vitesse de tassement en 2016 est de 5,03 mm/an, soit significativement en baisse par rapport à 2015. Le tassement altimétrique cumulé en ce point depuis la référence est de 58,5 mm. Par extrapolation, un tel tassement, reporté sur le profil 100-101E, conduirait à une élongation de la géomembrane inférieure à 1%, soit très largement sécuritaire en regard des propriétés d'étanchéité de celle-ci.

Aucun désordre significatif n'a été constaté à ce niveau, lors de la campagne d'inspection des fissures menée en juillet 2016.

#### Les autres profils

Les évolutions des autres talus suivis par des profils de piquets (**Figure 3-10**) sont dans la continuité des années précédentes : les vitesses moyennes de déplacement sont constantes ou tendent à diminuer très légèrement.

#### Talus 114-113-112-111 Ouest

Une légère déformation de type planimétrique de vitesse moyenne 10 à 15 mm et s'accroissant en pied de talus avec une vitesse de 15 à 20 mm au niveau des cibles 2910, 2710 et 2610, est enregistrée en 2016. Ce mouvement est situé dans une zone de glissement identifiée en zonéographie cumulée (Cf. **Figure 3-4**). Cette accélération de mouvement ne s'accompagne pas par ailleurs de désordres visibles en surface. L'accélération de ce mouvement constatée en 2016 est un point qui sera à surveiller en 2017.

#### Talus 123 Sud

Un mouvement de type planimétrique et altimétrique est enregistré au niveau de la cible 4814, pour une vitesse maximum planimétrique de 15 à 20 mm/an. Ce mouvement, identifié jusqu'à présent en zonéographie cumulée comme faiblement actif (Cf. **Figure 3-3** et **Figure 3-4**) peu étendu et qui ne s'accompagne pas de déformation constatée en surface, est vraisemblablement dû à un déplacement de la cible, suite à un heurt avec un engin de tonte. Ce point sera à vérifier en 2017.

### **3.1.3 Maintenance et contrôles : Inspection visuelle de la couverture**

La campagne d'inspection visuelle de la couverture et en particulier des crêtes de talus, menée en 2016, n'a pas conduit à l'identification de zones de fissures. Seul un déboîtement de caniveau pluvial situé en crête de talus du panneau 108 Est (Cf. **Figure 3-16** - REPERE 1) a été identifié et a donné lieu à une réparation.

Les trous de mulots et/ou petits désordres de surface, relevés lors de la campagne 2016 et pour lesquels un traitement n'a pas été jugé nécessaire, seront réexaminés lors de l'inspection de 2017 et des actions correctives seront alors mises en œuvre si nécessaires.

L'absence de fissures observées en surface en crête de talus, pourrait s'expliquer par un mois de juin pluvieux (145 mm) qui aurait induit un retard à la désaturation des terrains et donc une limitation des mouvements par diminution de l'effet de retrait.

Des travaux de consolidation de la pointe du fossé pluvial du panneau 108 Est ont été réalisés en octobre 2016. Ces travaux ont consisté en :

- la levée de l'élément béton du fossé présentant une anomalie de jonction,
- l'inspection de l'état de la couverture sous le fossé,
- la consolidation du plan de pose du fossé par apport d'une fine couche de sable et compactage de surface à l'aide du godet de l'engin de terrassement utilisé,
- le repositionnement de l'élément béton du fossé,
- la consolidation de la jonction de cet élément avec les autres éléments bétons du fossé par ajout d'un liant ciment en crête de fossé et la mise en place d'une bande Combiflex en finalisation de l'étanchéité de la jonction.



**Photo 3-1 : Vue de la pointe du fossé pluvial du panneau 108 Est**



**Photo 3-2 : Fossé du panneau 108 Est - Visualisation de la disjonction des éléments de fossé**



**Photo 3-3 : Fossé du panneau 108 Est - retrait de la bande Combiflex détériorée**



**Photo 3-4 : Fossé du panneau 108 Est - reprise du plan de pose sous l'élément béton levé**

L'inspection de l'état de la couverture sous le fossé : aucun désordre n'ayant été identifié ; cette opération ne suscitait pas d'intervention particulière.

Hors campagne d'inspection visuelle de la couverture, une disjonction du fossé pluvial des panneaux 110 et 111 Ouest, à quelques mètres de la crête du talus (amont de la chambre de drainage CD14), a été identifiée en avril 2016. Ce désordre a été réparé en suivant le même protocole que précédemment décrit.



**Photo 3-5 : Fossé 110-111 Ouest retrait des anciennes bandes Combiflex**



**Photo 3-6 : Disjonction du raccord du fossé 110 -111 Ouest**



**Photo 3-7 : Réparation du raccord de fossé 110-111 Ouest**



**Photo 3-8 : vue du fossé 110-111 Ouest réparé**

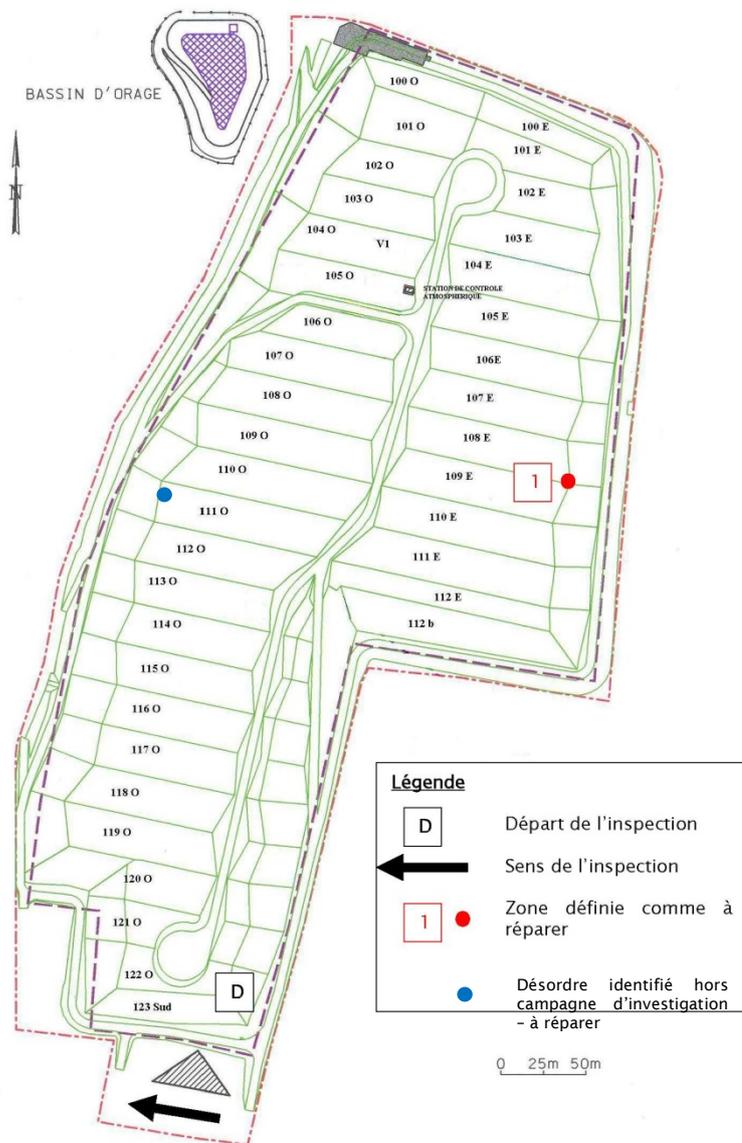


Figure 3-16 Localisation des désordres observés en juillet 2016

## 3.2 Etudes et travaux portant sur la couverture

### 3.2.1 Travaux de reprise des planches d'essai situées dans la ZI de Digulleville

#### 3.2.1.1 Finalités de l'étude

L'objectif de cette étude est de tester la possibilité de traitement in situ des matériaux schisteux de la couverture afin de pouvoir réduire leur perméabilité et ainsi conforter l'étanchéité de la couverture.

Cette étude s'inscrit dans le programme de recherche sur la couverture pérenne du CSM, pour la réalisation d'un éventuel complément d'étanchéité. Ce programme d'étude est prévu pour une dizaine d'années.

#### 3.2.1.2 Principes techniques de conception des planches d'essais

Quatre planches d'essais ont été réalisées avec des schistes prélevés en tranche 2 (schistes de déblais locaux) et tranche 3 (schistes de carrière) de la couverture du CSM.

Pour chaque zone de prélèvement, deux planches d'essais ont été réalisées : la première en matériaux bruts criblés (débarrassés des gros blocs), la deuxième en matériaux schisteux criblés et traités par ajout de bentonite (argile).

Des réseaux de collecte des eaux permettent de gérer séparément les eaux de ruissellement et les eaux d'infiltration à travers les schistes.

Un système de monitoring permet de suivre à distance les débits d'eau d'infiltration et de ruissellement, ainsi que la teneur en eau et la température de la couche de schiste traitée.

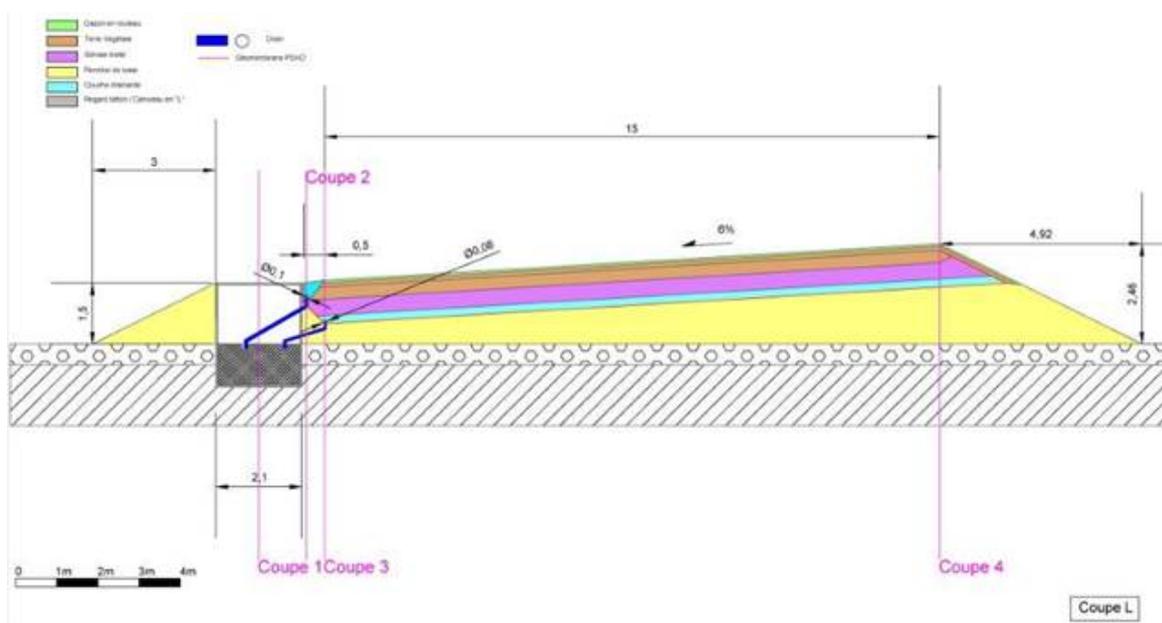


Figure 3-17 Principe de conception initial des planches d'essai

Ainsi, les planches d'essais ont été réalisées en août 2014.

#### 3.2.1.3 Travaux de reprise des planches d'essai

Après plusieurs mois de suivi, des défauts ont été constatés au niveau des réseaux de collecte des eaux des planches d'essais. Des travaux de reprise ont été réalisés en 2016 afin d'améliorer le système de collecte des eaux de ruissellement et d'infiltration au niveau de la chambre de collecte (Cf. **Figure 3-18**) et en bordure latérale des planches (Cf. **Figure 3-19**). Le schéma technique de la modification réalisée est présenté ci-après :

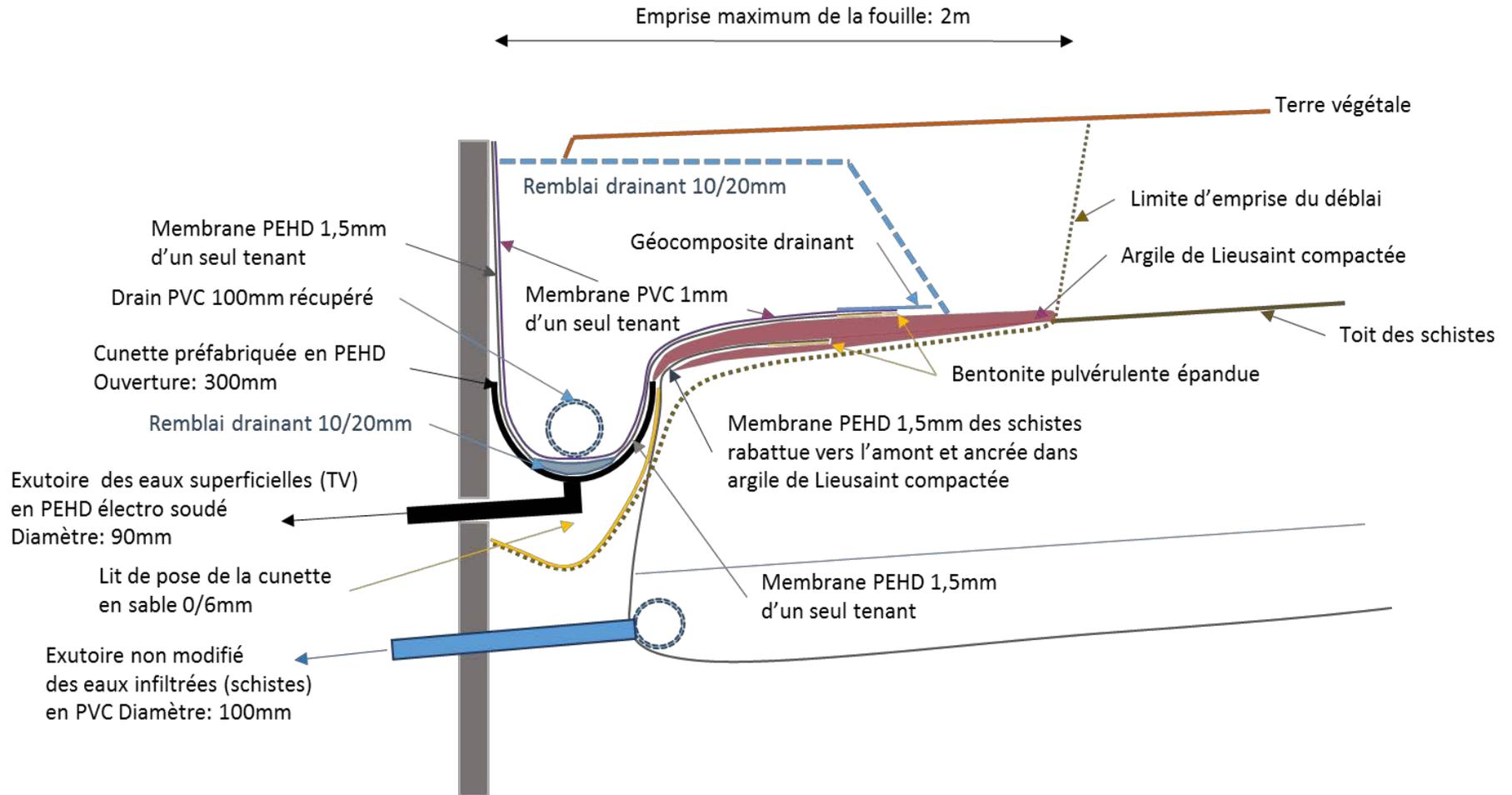


Figure 3-18

Schéma technique du système de collecte des eaux d'une planche d'essai

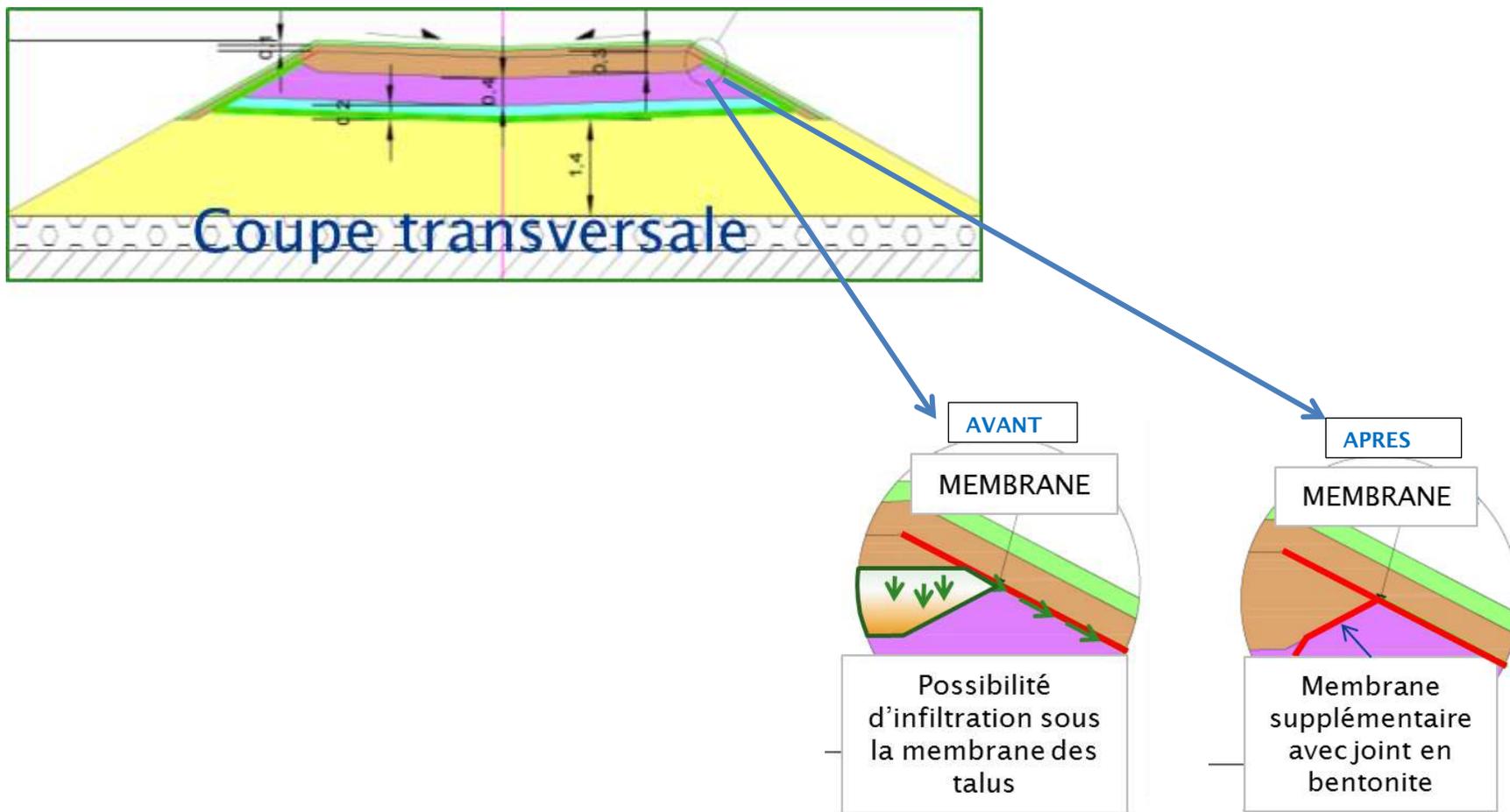


Figure 3-19 Schéma technique de reprise de l'étanchéité latérale des planches d'essai

Ces travaux ont été réalisés par l'entreprise Vinci Construction et contrôlés par l'Andra assistée par le Bureau d'étude de Géologie et d'aménagement du territoire.

Les travaux se sont déroulés du 12 septembre au 19 octobre 2016.

Le déroulé de ces travaux est présenté ci-après en images :

Type de travaux	Photos	Commentaires
Phase préparatoire de travaux.		<p>Terrassement de la zone située en bordure de la chambre de collecte et retrait de l'ancien système de drainage de la terre végétale des planches d'essais : enlèvement de la terre végétale, du gravier drainant, dégagement du géotextile et de la membrane de soubassement relevée sur la chambre de collecte et enlèvement des drains</p> <p>Terrassement et dégagement de la membrane de soubassement relevée en bordure latérale des planches d'essais</p>
Protection du système de collecte des eaux de drainage des schistes.	 <div data-bbox="712 1257 1043 1334" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Jointage de l'ancrage en bentonite.</div> <div data-bbox="1191 1321 1397 1388" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Fermeture de l'angle aval.</div>	<p>Rabattement de la membrane de soubassement au-dessus des schistes.</p> <p>Jointage de l'ancrage de la membrane par apport de bentonite.</p> <p>Réparation et fermeture par soudage des angles en aval de la planche.</p> <p>Fixation par soudage d'un lé vertical de membrane remontant sur le mur de la chambre de collecte.</p> <p>Ancrage de la membrane dans une langue</p>

	 <p>Finition de l'étanchéité de l'ancrage par apport d'argile.</p>	<p>argileuse (argile de Lieusaint) pour éviter toute discontinuité et circulation d'eau le long de celle-ci.</p>
<p>Modification du système de collecte des eaux de ruissellement.</p>	  <p>Mise en place d'une cunette posée sur un lit drainant et connecté à la chambre de collecte.</p>	<p>Mise en place d'un système complexe de collecte des eaux de ruissellement, constitué :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• d'une cunette (posée sur un lit de sable) connectée à la chambre de drainage,</li><li>• d'une bavette en membrane PVC permettant de conduire les eaux vers la cunette (posée sur les argiles via un jointage à la bentonite et redressée à la verticale du mur de la chambre de collecte),</li><li>• d'un système de drainage constitué d'un drain posé en fond de cunette, d'un géotextile de drainage et d'un massif drainant.</li></ul>

	 <p>Mise en place d'une bavette PVC jointée par de la bentonite.</p>  <p>Pose d'un drain en fond de cunette.</p> <p>Pose d'un géotextile de drainage.</p>	 <p>Comblement en massif drainant.</p>
<p>Renforcement de l'étanchéité des bordures des planches : Repli de l'étanchéité latérale.</p>	 <p>Mise à nu de la membrane.</p>  <p>Création d'un ancrage dans les schistes.</p>  <p>Fermeture de l'angle aval.</p>	<p>En bordure latérale des planches, les opérations suivantes sont réalisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• retrait de la terre végétale et mise à nu de la membrane de soubassement des planches (membrane retroussée sur les talus),</li> <li>• création d'un ancrage de la membrane par repli sur le sommet des schistes (allongement de la membrane par soudure d'un lé complémentaire) et Jointage de l'étanchéité de cet ancrage par de la bentonite pulvérulente.</li> </ul>

	 <p>Soudure d'un lé complémentaire de membrane et d'une bande de géotextile drainant sur les flancs et remblaiement en terre végétale.</p>	<p>Soudure des angles de la membrane en aval de la planche contre la chambre de collecte.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Soudure d'un lé complémentaire de membrane en amont de l'ancrage.</li></ul> <p>Pose d'un lé de géotextile de drainage sous cette membrane permettant de conduire les eaux de drainage de la terre végétale vers le système de collecte placé contre la chambre.</p>
<p>Phase terminale de chantier.</p>		<p>Fermeture en terre végétale et engazonnement.</p>

### 3.2.2 Travaux d'amélioration de la récupération du ruissellement en arrière de la chambre de drainage CD11

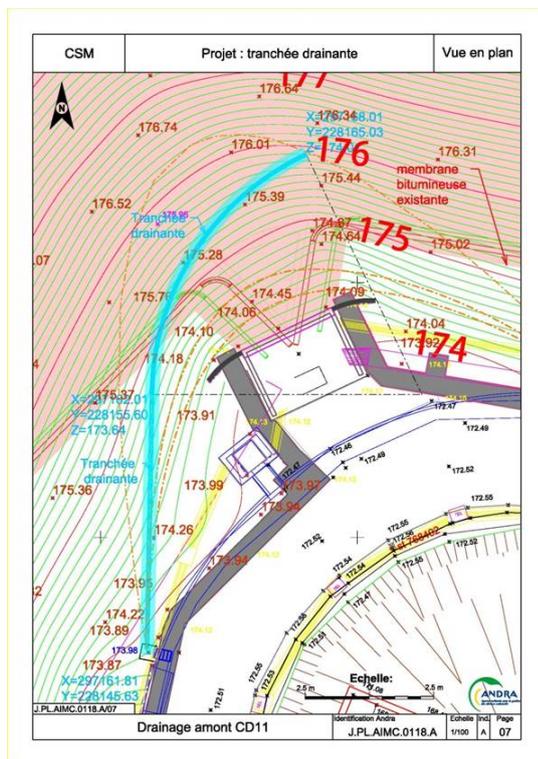
#### 3.2.2.1 Objectifs des travaux réalisés

Au cours de l'année 2014, suite à des travaux de renforcement de la stabilité du talus 112bis, l'Andra a identifié des infiltrations parasites d'eau pluviale au niveau de la chambre de drainage n° 11 (dénommée « CD11 »). L'analyse des causes de ces infiltrations a permis d'identifier :

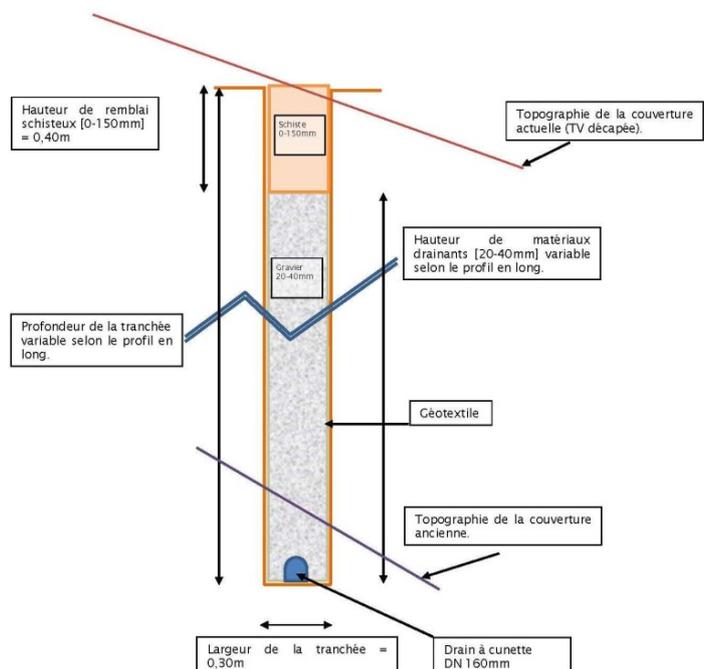
- une déformation des drains situés au-dessus et au-dessous de la membrane bitumineuse (dits « drains sur-membrane » et « drains sous-membrane »),
- une communication hydraulique directe entre les écoulements de surface (i.e. dans les couches sur-membrane) et les drains sous-membrane, ainsi qu'entre les drains sur-membrane et les drains sous-membrane, diagnostics réalisés par le biais de tests de mise en charge.

Les réseaux de drains situés au-dessus et au-dessous de la membrane permettent de surveiller les performances d'étanchéité de la membrane bitumineuse. Or, les infiltrations parasites mises en évidence au niveau de la CD11, sans impact sur la sûreté, perturbaient de manière localisée la surveillance de ce secteur de la couverture, ainsi que le calcul d'évaluation des performances de la couverture.

Les travaux d'amélioration de la gestion des eaux au niveau de cette chambre de drainage ont été réalisés en 2016. L'objectif de ces travaux, consistait en la réalisation d'un drainage de subsurface en arrière de la chambre de drainage (Cf. **Figure 3-20** et **Figure 3-21**) et un déport des lignes d'écoulement de surface vers les exutoires pluviaux existants (Cf **Figure 3-22**).



**Figure 3-20** Réalisation d'un drainage de subsurface en arrière de la chambre CD11



**Figure 3-21** Coupe de principe de la tranchée de drainage de subsurface

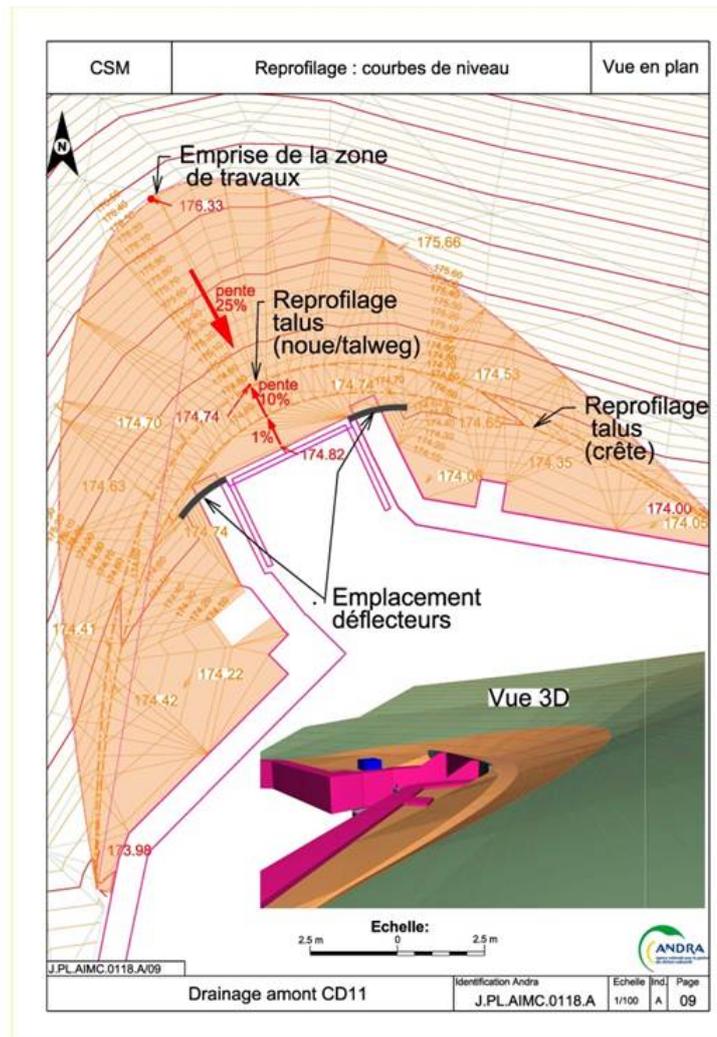


Figure 3-22

Tracé du reprofilage de surface pour un départ des lignes d'écoulement vers les exutoires pluviaux existants

3.2.2.2 Déroulé des travaux

Ces travaux ont été réalisés par l'entreprise TP TINEL et contrôlés par l'Andra, assistée par le Bureau d'étude SOFREN.

Les travaux se sont déroulés du 17 mai 2016 au 27 mai 2016.

Le déroulé de ces travaux est présenté ci-après en images :

Type de travaux	Photos	Commentaires
Phase de préparation de chantier.		<p>17/05/16 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implantation de la zone de travaux,</li> <li>• décapage de la terre végétale retroussée en merlons permettant la protection de la zone de travaux contre le ruissellement,</li> <li>• Réalisation des relevés topographiques,</li> <li>• réception des matériaux.</li> </ul>
Réalisation de la tranchée de drainage de subsurface en arrière de la chambre CD11.		<p>18/05/16 : creusement de la tranchée derrière la CD11, approvisionnement et réception des matériaux.</p> <p>19/05/16 : pose du drain cunette en fond de tranchée sur du géotextile et essai d'écoulement avant la finition du massif drainant.</p>

3- Surveillance de la couverture du Centre de stockage de la Manche

Centre de stockage de la Manche Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement année 2016

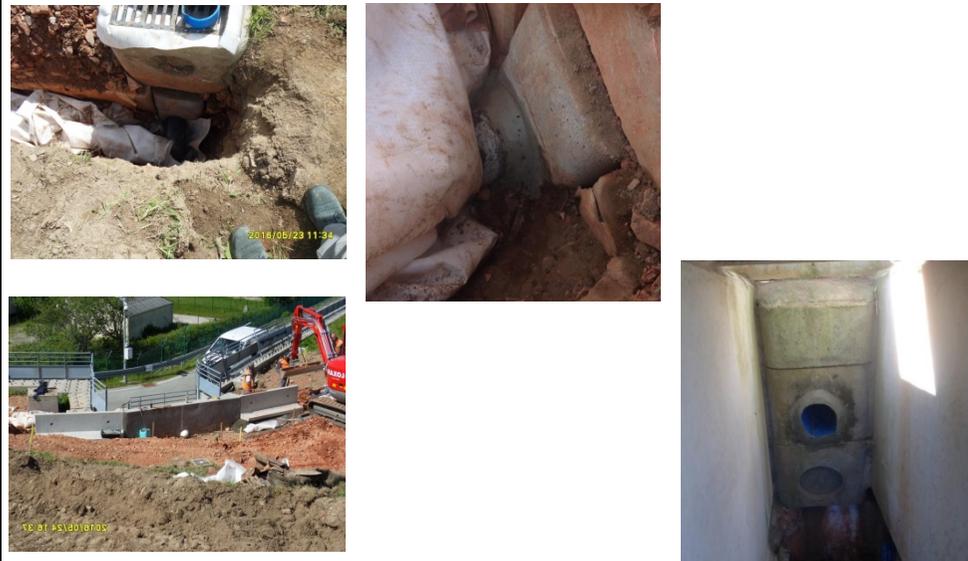
EXPBIACSM1 70002.A

Mise en œuvre des remblais et reprofilage.



23/05/16 : mise en place du remblai compacté par couches successives de 20 cm en 8 passes avec un compacteur à bille lisse, sans vibration.

Raccordement du drainage de subsurface au réseau pluvial et pose de déflecteurs sur les murs de la chambre de drainage.



24/05/16 :

- finalisation du remplissage de la tranchée après le séchage du béton de scellement du raccordement du drain dans l'avaloir du réseau pluvial ;
- réception des déflecteurs et pose d'un béton de propreté pour la pose des déflecteurs de part et d'autre de la CD11.

Reprofilage des terrains en arrière de la CD11.



Du 25 au 26/05/16 : reprofilage des terrains et mise en place d'une noue facilitant la gestion des eaux de surface en arrière de la CD11 en respectant les pentes transversales et longitudinales prédéfinies.

Phase terminale de chantier.



27/05/16 :

- pose de la terre végétale et engazonnement,
- repli de chantier.

### 3.2.3 Travaux de réfection des caniveaux du réseau pluvial de la voirie périphérique

Suite à une inspection des caniveaux du réseau pluvial périphérique, une opération de maintenance corrective ayant pour objectifs d'améliorer la récupération des eaux de ruissellement des voiries et du couvert végétal et d'assurer l'acheminement de ces eaux vers la CMG avec un minimum de perte a été réalisée de mai à juillet 2016.

La cartographie ci-dessous identifie par type de travaux les secteurs réparés :

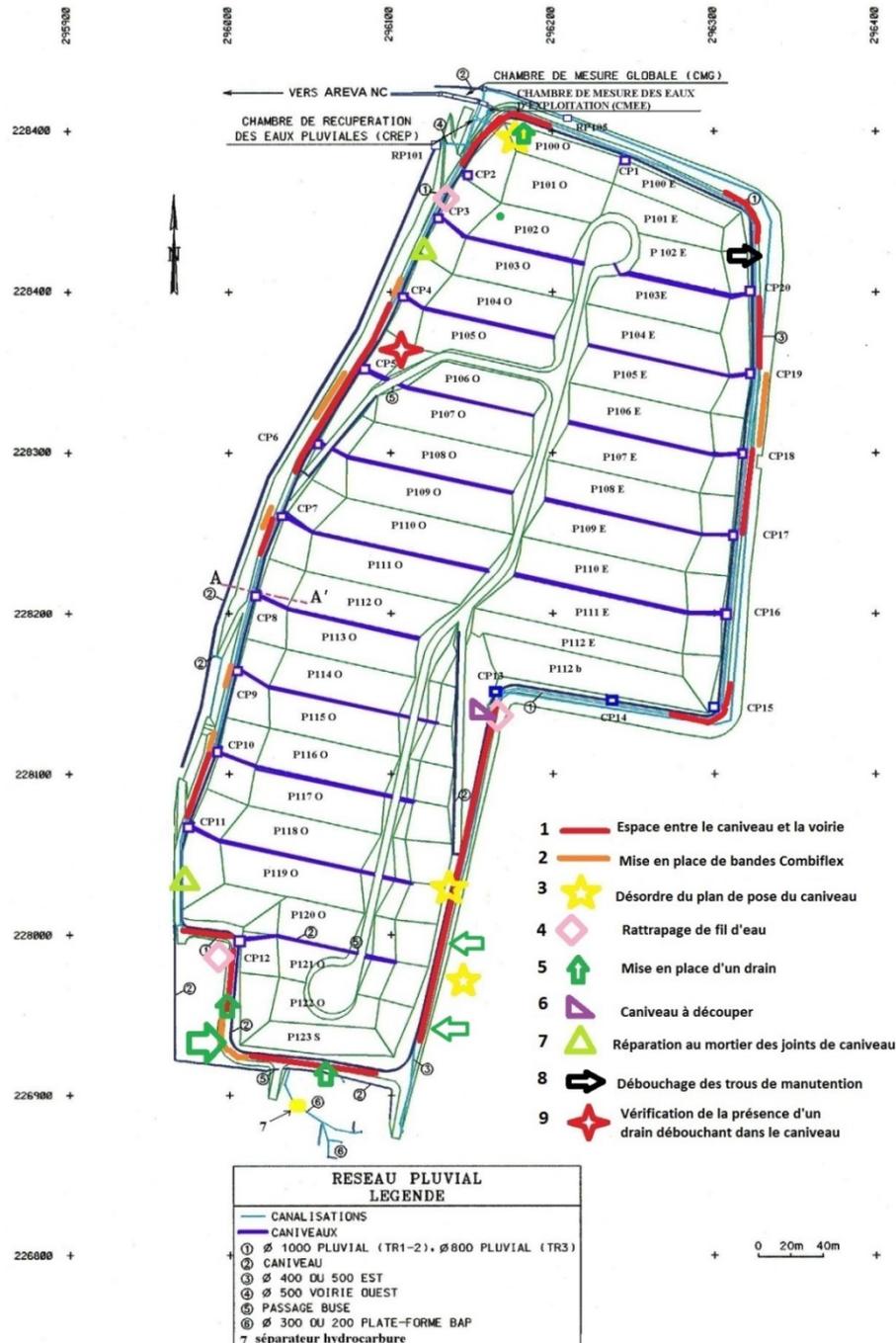


Figure 3-23 Cartographie des travaux réalisés sur le caniveau pluvial

Notons que des fontis ont été relevés et réparés lors de la réfection du plan de pose des caniveaux situés à l'angle Nord-Ouest et devant la CD21.

Le déroulé de ces travaux est présenté ci-après en images :

Type de travaux	Photos	Commentaires
Réfection des caniveaux à l'angle Sud-Ouest.		<p>Réfection du plan de pose.</p> <p>Pose d'un drain en pied de talus pour faciliter le drainage de la couche supérieure des matériaux de la couverture vers le caniveau pluvial.</p>
Réfection des caniveaux devant la chambre de drainage CD21.		<p>Réfection du plan de pose.</p>

<p>Réfection des caniveaux à l'angle Nord-Ouest.</p>		<p>Réfection du plan de pose.</p> <p>Réparation d'un fontis.</p> <p>Pose d'un drain en pied de talus pour faciliter le drainage de la couche supérieure des matériaux de la couverture vers le caniveau pluvial.</p>
<p>Réparation des joints de caniveaux.</p>	<p>Les jonctions de caniveaux estimées trop espacées ont été reprises par apport de mortier fibré, parfois même complété par la mise en place de bandes Combiflex (identification de ces travaux <b>Figure 3-23</b>).</p>	
<p>Restauration des écoulements.</p>	<p>Afin de faciliter les écoulements de la voirie vers les caniveaux pluviaux, des découpes permettant d'abaisser le rebord du caniveau ont été faites par place (identification de ces travaux <b>Figure 3-23</b>).</p> <p>De même, un apport de matériaux côté couverture a été réalisé par endroits en rehaussement pour faciliter l'écoulement des eaux de ruissellement vers le caniveau pluvial de pied de talus.</p>	

### 3.3 Conclusion sur le comportement physique de la couverture

Sur la partie sommitale de la couverture :

- Au panneau 107 Ouest (au droit de l'ouvrage TBH), les tassements se poursuivent à une vitesse comprise entre 5 mm à 10 mm par an.
- Les tassements se poursuivent sur le panneau 102 Est réparé en octobre 2009 à une vitesse de l'ordre de 5 à 10 mm/an. Cependant, l'augmentation de vitesse enregistrée entre les années 2015 et 2016 n'est vraisemblablement pas liée à une amplification des phénomènes de tassement, mais plutôt au déplacement de plusieurs piquets suite à des heurts par des engins de tonte. Les mesures effectuées sur les cibles topographiques dans ce secteur n'indiquent pas de variations notables de comportement.
- Ces tassements restent toujours compatibles avec les critères retenus vis-à-vis des propriétés d'étanchéité de la membrane et de ses capacités d'extension.

Sur les talus de la couverture qui ont fait l'objet d'un confortement :

- Les mesures réalisées au niveau des talus 109, 110, 111 Est, confortés en 2010, confirment le passage en phase de consolidation lente des remblais mis en place.
- Les mesures et observations de terrain effectuées au niveau du talus Nord, conforté pendant l'été 2011, confirment la consolidation lente des remblais mis en place.
- Les mesures effectuées au niveau du talus 112bis, conforté durant l'été 2013, semblent mettre en évidence des mouvements plus lents que les années précédentes. Ce phénomène pourrait correspondre au passage vers une phase de consolidation lente des remblais mis en place en 2013.
- Les mesures effectuées au niveau du profil 100-101 Est enregistrent un mouvement de faible amplitude et de vitesse maximum 5 à 10 mm/an, mesures confirmées par le relevé des cibles présentes à ce niveau. Il est encore difficile de définir la nature exacte de ce mouvement (tassement, glissement ou couplage des deux phénomènes), c'est pourquoi un complément d'instrumentation sera effectué en 2017 sur ce secteur. Le tassement maximal mesuré sur le profil 100-101E depuis 2014 reste compatible avec les critères retenus vis-à-vis des propriétés d'étanchéité de la membrane et de ses capacités d'extension.

Afin de limiter les risques de déplacement des piquets de suivi topographique lors des tontes estivales, un système de protection des profils en piquets va être mis en place en 2017.

# 4

---

## Surveillance des réseaux et des rejets du Centre

---

<i>4.1</i>	<i>Bilan des volumes collectés aux exutoires et consommation d'eau</i>	<i>77</i>
<i>4.2</i>	<i>Surveillance des rejets et des réseaux du Centre</i>	<i>78</i>
<i>4.3</i>	<i>Estimation d'infiltrations vers le massif géologique à travers la couverture du Centre en exploitant les mesures faites dans la nappe</i>	<i>124</i>
<i>4.4</i>	<i>Comportement hydraulique de la couverture - pluviométrie</i>	<i>125</i>

**FIGURES DU CHAPITRE 4**

Figure 4-1	Etat des rejets annuels des « effluents à risque » au point BDS en 2016	83
Figure 4-2	Etat des rejets mensuels maximaux des « effluents à risque » au point BDS en 2016	83
Figure 4-3	Evolution des activités relâchées et volumes rejetés au point BDS (2001 - 2016)	85
Figure 4-4	Evolution des relâchements tritium et volumes rejetés au point BDS (2001-2016)	86
Figure 4-5	Evolution des volumes RSGE (BRS0) et pluviométrie associée depuis 2007	94
Figure 4-6	Evolution en 2016 des débits au BRS002, du drainage de la couverture et de la pluviométrie mesurée au PLA Est	106
Figure 4-7	Evolution du débit du BRS002 et de la pluie le 23 mars 2016	107
Figure 4-8	Evolution du débit du BRS002 le 30 mai 2016	108
Figure 4-9	Evolution du débit du BRS002 le 26 août 2016	109
Figure 4-10	Evolution du débit du BRS002 le 29 août 2016	109
Figure 4-11	Evolution du débit du BRS002 les 29 août et 30 août 2016	110
Figure 4-12	Evolution du débit du BRS002 entre le 26 août et le 01 septembre 2016	110
Figure 4-13	Evolution du débit au BRS002 et de la pluie le 03 octobre 2016	111
Figure 4-14	Schéma de circulation des eaux entre la surface et le BRS002	112
Figure 4-15	Schéma de la zone Sud-Est du Centre présentant les trois zones investiguées en novembre et décembre 2015	113
Figure 4-16	Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre janvier et avril 2016	114
Figure 4-17	Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre août et décembre 2016	114
Figure 4-18	Evolution de l'activité tritium et des volumes au RD12 en 2016	121
Figure 4-19	Evolution de l'activité du tritium au RD12 en fonction de la pluviométrie et des volumes collectés	122
Figure 4-20	Suivi des drains 110E, 101E, 102E, 120E, 121E, 118E, 112E, 100E, 112b et 113E et 111E de 2000 à 2016	130
Figure 4-21	Suivi des drains 102 O et 110 O de 2000 à 2016	131

## TABLEAUX DU CHAPITRE 4

Tableau 4.1-1	Bilan des volumes (en m <sup>3</sup> ) collectés par les réseaux du Centre depuis 2000 et consommation d'eau du bâtiment des bassins rejoignant les installations d'AREVA NC	77
Tableau 4.2-1	Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les eaux pluviales	78
Tableau 4.2-2	Limites et valeurs annuelles débitmétriques de la convention Andra-AREVA NC pour les eaux pluviales	79
Tableau 4.2-3	Détail des résultats d'analyses HAP sur le prélèvement de sédiment à la CMG	81
Tableau 4.2-4	Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les « effluents à risque »	82
Tableau 4.2-5	Limites et valeurs annuelles de la convention Andra-AREVA NC pour les « effluents à risque »	84
Tableau 4.2-6	Relâchements et flux au BDS	88
Tableau 4.2-7	Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO <sub>4</sub> , Cl <sup>-</sup> , K en 2015	89
Tableau 4.2-8	Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO <sub>4</sub> , Cl <sup>-</sup> , K en 2016	89
Tableau 4.2-9	rapport des volumes à l'exutoire du drainage de la couverture depuis 1997	90
Tableau 4.2-10	Périodes et volumes de surverse en 2016	91
Tableau 4.2-11	Volumes BRS0 et ratio BRS0/pluviométrie depuis 2000 jusqu'au 30 mai 2011	93
Tableau 4.2-12	Volumes BRS0 et ratio BRS0/pluviométrie depuis le 30 mai 2011	93
Tableau 4.2-13	Volumes et ratio (BRS0+BRS0bis)/pluviométrie	93
Tableau 4.2-14	Classement par activité décroissante des RN significatifs au BRS0	96
Tableau 4.2-15	mesure mensuelle du carbone 14 au BRS0bis	97
Tableau 4.2-16	Résultats de l'expertise radiochimique au BRS002	98
Tableau 4.2-17	Relâchements annuels (alpha global, bêta global, 3H) au BRS0 et BRS0bis depuis 2007	98
Tableau 4.2-18	Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Ouest et centrale	101
Tableau 4.2-19	Activités volumiques moyennes aux BRS-OU (exutoire des galeries ouest et centrale) en 2016	102
Tableau 4.2-20	Résultats des analyses radiologiques au BRS106	103
Tableau 4.2-21	Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Est et Sud	104
Tableau 4.2-22	Activités volumiques moyennes aux BRS-ES (exutoire des galeries Est et Sud) en 2016	105
Tableau 4.2-23	Débits mesurés au BRS de la tranche 2 en 2016	117
Tableau 4.2-24	Débits mesurés au BRS de la tranche 1	118
Tableau 4.2-25	Débits mesurés au BRS de la tranche 3	118
Tableau 4.2-26	Volumes RD12 et ratio RD12/pluviométrie depuis 2000	120
Tableau 4.2-27	Résultats des mesures d'activité tritium réalisées dans les RD13 et RD19	123
Tableau 4.2-28	Résultats des mesures d'activité tritium des drains du RD19	123
Tableau 4.4-1	Pluviométrie annuelle du Centre de stockage de la Manche de 1995 à 2016	126
Tableau 4.4-2	Hauteurs de pluie mesurées à la station atmosphérique (point PH1) en 2016	126
Tableau 4.4-3	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane de 1999 à 2016	128
Tableau 4.4-4	Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane	129
Tableau 4.4-5	Ratio Drainage sous membrane/drainage sur membrane de 1999 à 2016	132
Tableau 4.4-6	Périodes de SDI et valeur des coefficients de restitution de la pluie par le drainage sur membrane	133

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

Le bilan de l'année 2016 présente les volumes mesurés aux exutoires ainsi que les consommations d'eau de ville du bâtiment des bassins. Pour faciliter la compréhension des réseaux, la **figure 1-5** en page suivante rappelle leur configuration. Les volumes annuels présentés dans le **Tableau 4.1-1** correspondent au cumul des volumes hebdomadaires comptabilisés par le SICM et relevés lors des rondes d'exploitation et sont cohérents avec ceux transmis à l'ASN/DEU dans les registres mensuels de la surveillance, pour les points de contrôle CMG et BDS.

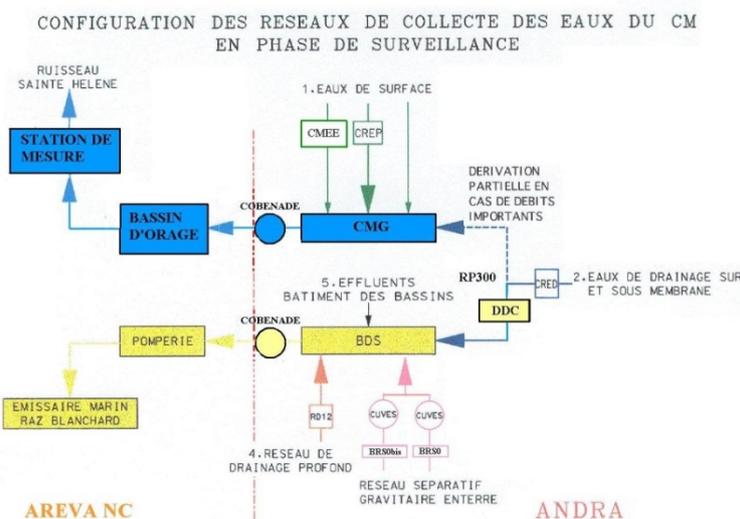
Ce tableau précise les volumes mesurés à la CMED, correspondant au point de contrôle d'échantillonnage des eaux de drainage de la couverture, dit RP300.

La pluviométrie indiquée dans ce tableau correspond à la hauteur pluviométrique mesurée au point de contrôle PH1 et rapportée au volume de pluie tombé sur les 15 ha de la surface de la propriété.

Comme les années précédentes, l'évolution des volumes d'eau non collectés par le Centre est cohérente avec le calcul du terme d'ETR (évapotranspiration réelle) qui traduit l'influence des répartitions journalières (pluie, vent, température) sur les flux d'eau obtenu par modélisation.

**Tableau 4.1-1 Bilan des volumes (en m<sup>3</sup>) collectés par les réseaux du Centre depuis 2000 et consommation d'eau du bâtiment des bassins rejoignant les installations d'AREVA NC**

Année	RSGE (BRSO)	RSGEbis (BRSObis)	RD12	DDC	BDS	CMG	CMED	Surverse	BDS +CMG	pluviométrie Andra	rapport des eaux non collectées sur pluviométrie	Consommation d'eau du bâtiment des bassins
2000	338	-	2 381	40 983	42 705	47 097	43 075	1 523	89 802	193 200	54%	239
2001	377	-	3 194	38 160	40 025	48 613	39 762	1 666	88 638	183 750	52%	247
2002	308	-	2 685	41 435	41 317	29 393	43 810	1 534	70 710	194 505	64%	227
2003	277	-	1 218	24 800	25 185	24 484	25 552	1 356	49 668	139 155	64%	151
2004	317	-	1 195	31 534	32 212	23 047	32 909	834	55 260	152 985	64%	230
2005	280	-	653	27 539	27 948	15 796	27 368	278	43 744	137 490	68%	278
2006	257	-	1 088	29 213	29 826	20 710	29 671	208	50 536	141 570	64%	208
2007	304	-	1 508	36 285	35 920	27 353	36 816	896	63 273	169 650	63%	211
2008	309	-	1 350	36 971	37 641	29 937	37 330	1 017	67 578	171 465	61%	91
2009	306	-	1 577	37 097	36 227	27 437	36 126	725	63 664	166 425	62%	142
2010	335	-	2 018	36 692	36 659	34 875	38 283	2 929	71 534	145 665	51%	225
2011	134	164	1 398	26 433	25 860	18 183	26 967	1 407	44 043	142 455	69%	203
2012	14	527	3 111	52 192	50 019	46 861	50 624	2 549	96 880	211 410	54%	177
2013	13	436	3 386	37 735	39 850	35 304	39 931	2 194	75 154	166 665	55%	213
2014	11	503	4 648	51 760	57 539	37 512	55 625	2 102	95 051	208 290	54%	303
2015	11	404	2 007	34 998	36 840	17 914	36 805	1 133	54 753	161 850	66%	254
2016	10	328	1 738	29 060	30 292	21 602	30 172	1 287	51 894	143 325	64%	396



**Rappel de la figure 1-5 : Configuration des réseaux de collecte du CSM**

## 4.2 Surveillance des rejets et des réseaux du Centre

### 4.2.1 Le réseau pluvial (CMG)

Les réseaux de collecte des eaux pluviales du Centre sont orientés vers un exutoire appelé « chambre de mesure globale » (CMG). A l'aval de ce point de contrôle, ces eaux sont transférées vers les installations d'AREVA NC et gérées par AREVA dans le cadre d'une convention de gestion des eaux entre l'Andra et AREVA NC. À la sortie de la CMG, les eaux pluviales transitent par un bassin d'orage situé sur le site d'AREVA NC. Ce bassin d'orage est dédié spécifiquement aux eaux pluviales venant de l'Andra. Ce bassin d'orage régule le débit de ces eaux avant qu'elles ne soient mélangées aux eaux pluviales d'AREVA NC et rejetées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène au point de rejet GPNE.

Le cheminement des eaux pluviales est présenté en **Figure 1-2**.

#### 4.2.1.1 Limites réglementaires-conditions de rejet

Au titre de l'arrêté de rejets [REF 2], les limites à respecter et les résultats de 2016 sont présentés dans le **Tableau 4.2-1**.

**Tableau 4.2-1 Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les eaux pluviales**

Caractéristiques à respecter à la CMG	Unités	Limites	Résultats 2016
Concentration moyenne annuelle en tritium	Bq/L	30	3,6
Concentration moyenne hebdomadaire en tritium	Bq/L	100	6,2 <sup>*2</sup>
DCO	mg/L	120	Max : 23
Teneur en MEST	mg/L	30	Max : 39
pH	-	5,5 < pH < 8,5	Max : 8,0 Min : 7,0
Hydrocarbures totaux	ppm	1	Max : 0,18

<sup>2</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 sur 3 jours ; cette limite étant respectée sur toutes les périodes de 3 jours, elle l'est a fortiori sur une semaine.

La teneur en MEST a été ponctuellement dépassée le 26 septembre 2016, lors des prélèvements de la campagne basses eaux (39 mg/L). Cet écart est à relier à une pluviométrie journalière de 3,5 mm qui a suivi des opérations de broyage d'ajoncs sur la couverture du site et a fait l'objet d'une déclaration d'évènement significatif (Cf. 2.2).

Au titre de sa propre autorisation de rejets dans ce ruisseau, AREVA NC doit assurer un apport minimum en eau au point GPNE (15 L/s), qui constitue la source du ruisseau de la Sainte-Hélène. Depuis octobre 2003, les eaux rejetées par AREVA NC comprennent pour partie les eaux pluviales Andra issues de la CMG.

Au titre de la convention de rejet entre l'Andra et AREVA NC Etablissement de la Hague [REF 10], outre le respect de l'arrêté et pour des besoins d'exploitation, la convention demande le respect des limites suivantes précisées dans le **Tableau 4.2-2** :

**Tableau 4.2-2 Limites et valeurs annuelles débitométriques de la convention Andra-AREVA NC pour les eaux pluviales**

Caractéristiques à respecter	Unité	Limites	Résultats 2016
Volume total annuel rejeté <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	60 000	21 602
Débit instantané sortie CMG	L/s	4 200	Max mesuré : 820 L/s entre 13h00 et 14h00 le 23/06/2016
Débit instantané en aval du bassin d'orage	L/s	70	Débit de sortie régulé par une vanne.

Les limites concernant les eaux pluviales telles que précisées dans la convention de gestion des eaux entre l'Andra et AREVA NC ont été respectées en 2016.

#### 4.2.1.2 Suivi des volumes

En 2016, il apparaît dans le **Tableau 4.1-1** que :

- le volume des eaux pluviales mesuré à la CMG en 2016 est de 21 602 m<sup>3</sup> pour une pluviométrie de 143 325 m<sup>3</sup>, soit un rapport moyen de restitution de 15 % en hausse par rapport à celui de 2015 (18 % en 2014 et 11 % en 2015). Les raisons de cette meilleure récupération des eaux pluviales pourraient provenir d'intensités pluviométriques différentes d'une année à l'autre mais également des travaux réalisés par l'Andra sur les caniveaux du réseau pluvial périphérique (Cf. § 3.2.3) ;
- le volume de débordement des eaux de drainage de la couverture vers le réseau pluvial est estimé à 1287 m<sup>3</sup> pour 1133 m<sup>3</sup> en 2015. Pour rappel, ce volume est inclus dans le volume mesuré à la CMG.

Les eaux pluviales de l'Andra rejoignent celles d'AREVA NC au point GPNE et participent à hauteur de 4 à 10 % au volume des eaux rejetées au ruisseau de la Sainte-Hélène en ce point.

Ainsi, en 2016, le volume rejeté au point GPNE est de 394 093 m<sup>3</sup> et le volume des eaux pluviales Andra est de 21 602 m<sup>3</sup> sur la même période, soit **5,5 % des volumes rejetés au point GPNE**. A noter, en 2015, le volume GPNE était de 451 737 m<sup>3</sup> et le volume CMG de 17 914 m<sup>3</sup> soit 3,9 % du volume rejeté.

#### 4.2.1.3 Suivi radiologique des eaux

Les résultats des mesures radiologiques et volumétriques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-3 (1/3 à 3/3)**.

Les analyses radiologiques sont réalisées sur des prélèvements aliquotes mensuels et sur des prélèvements 3 jours au point CMG.

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

En 2016, sur les 62 prélèvements effectués, les activités volumiques moyennes à la CMG sont les suivantes (valeurs moyennes pondérées par les volumes, calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) :

- Alpha global : < 0,022 Bq/L (34 valeurs significatives ; activité alpha max. de 0,07 Bq/L).
- Bêta global : < 0,12 Bq/L (61 valeurs significatives ; activité bêta max. de 0,18 Bq/L).
- Tritium : < 3,6 Bq/L (46 valeurs significatives, activité tritium max. de 9,2 Bq/L).

L'activité tritium mesurée dans les eaux pluviales est cohérente avec celle présente dans la pluie (**Tableau 7.4-42**). La présence de tritium est également détectée dans l'air sous la forme HT et HTO (**Tableau 7.4-44**) montrant ainsi une origine de ce tritium liée aux rejets gazeux d'AREVA NC et fonction des directions de vent.

Les analyses radiochimiques effectuées au point de contrôle CMG, sur les échantillons aliquotes semestriels pour les eaux, sont présentées dans le **Tableau 7.4-4**.

Hormis le tritium mesuré à un faible niveau d'activité ( $8,1 \pm 3,8$ ) Bq/L au premier semestre et ( $5,9 \pm 3,8$ ) Bq/L au second, elles ne mettent en évidence que la présence de radioéléments naturels, avec des proportions entre isotopes mesurés et des teneurs cohérentes avec celles présentes à l'état naturel, ainsi que des traces de  $^{137}\text{Cs}$  ( $0,007 \pm 0,005$ ) Bq/L au second semestre.

Le **Tableau 7.4-4** présente également une évaluation des activités relâchées en 2016, celles-ci étant majorées car la mesure sur la plupart des radioéléments recherchés est inférieure au seuil de décision.

Les activités mensuelles relâchées en alpha global, bêta global et tritium sont, quant à elles, calculées à partir des analyses radiologiques mensuelles et précisées dans le **Tableau 7.4-3 (3/3)**.

Ce tableau présente également les teneurs en MEST et les flux correspondants. Les teneurs en MEST sont comprises entre 0,6 mg/L et 4,2 mg/L. Ces mesures réalisées sur un échantillon moyen permettent également de vérifier la conformité au seuil de 30 mg/L prescrit par l'arrêté de rejet et confirme le caractère ponctuel du dépassement observé en septembre.

#### 4.2.1.4 Suivi physico-chimique des eaux

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant le point de contrôle CMG sont présentés dans les **Tableau 7.4-5 et Tableau 7.4-6**.

Les teneurs en fer, manganèse, aluminium et baryum restent cohérentes avec celles mesurées les années précédentes et plutôt stables entre les campagnes de prélèvements des hautes et basses eaux.

Parmi les toxiques chimiques prioritaires, on relève la présence de zinc [ $(46 \pm 2,3)$  µg/L] ; [ $(51 \pm 2,6)$  µg/L]. Le zinc ( $75$  µg/L et  $85$  µg/L) (**Tableau 7.4-43**) étant présent dans l'eau de la pluie, une origine anthropique liée aux activités de la zone industrielle de Digulleville est privilégiée.

A titre indicatif, on notera que l'ensemble des paramètres mesurés ne dépasse pas les valeurs guides françaises des eaux douces destinées à la consommation humaine (**Tableau 7.4-1**).

Les résultats mensuels des mesures physico-chimiques et volumétriques des eaux de la CMG concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-7**.

Les concentrations en hydrocarbures totaux mesurées en septembre et novembre 2016 ( $0,09$  mg/L et  $0,18$  mg/L) sont probablement liées au lessivage des voiries du Centre.

#### 4.2.1.5 Suivi radiologique des sédiments

Les analyses radiochimiques effectuées au point de contrôle CMG sur le prélèvement ponctuel de sédiments sont présentées dans le **Tableau 7.4-4**.

Les analyses radiochimiques des sédiments de la CMG font apparaître, outre la présence de radionucléides naturels (familles dites de l'uranium et du thorium), la présence récurrente de  $^{137}\text{Cs}$  ( $5,9 \pm 1,1$ ) Bq/kg sec.

Depuis 1996, le  $^{137}\text{Cs}$  est présent tous les ans à des niveaux faibles qui restent tout à fait cohérents avec les niveaux détectés dans l'environnement hors influence du Centre.

#### 4.2.1.6 Suivi physico-chimiques des sédiments

##### Qualité des sédiments de la CMG

Les résultats des mesures sont donnés dans le **Tableau 7.4-6**.

La caractérisation des sédiments prélevés à la CMG au moment du prélèvement annuel montre que ces matériaux présentent une granulométrie très fine avec 97 % des particules inférieures à 2  $\mu\text{m}$ .

Le détail des HAP recherchés est présenté dans le **Tableau 4.2-3**.

**Tableau 4.2-3** *Détail des résultats d'analyses HAP sur le prélèvement de sédiment à la CMG*

Paramètres mesurés	Concentration (mg/kg MS)
Benzo(a) pyrène	0,21 $\pm$ 0,042
Benzo(b) fluoranthène	0,34 $\pm$ 0,07
Benzo(ghi) pérylène	0,24 $\pm$ 0,048
Benzo(k) fluoranthène	0,063 $\pm$ 0,013
Fluoranthène	0,47 $\pm$ 0,09
Indéno (1-2-3) pyrène	0,16 $\pm$ 0,032
Somme des HAP	1,48 $\pm$ 0,03

Comme les années précédentes, la concentration en fluoranthène mesurée dans les sédiments de la CMG est supérieure à la CSE (§ 7.2.4) (Concentration seuil produisant un effet de 0,11 mg/kg MS). Il s'agit probablement du lessivage des dépôts de particules en suspension dans l'air issues des échappements de véhicules circulant sur le Centre et ses environs.

Pour rappel, les eaux de lessivage par la pluie des parkings et voiries du BAP sont orientées vers l'exutoire des eaux pluviales (CMG), et afin de limiter le risque de pollution inhérent aux stationnements des véhicules, l'Andra a installé en 2003 un séparateur à hydrocarbures en aval hydraulique des parkings du BAP.

Pour les autres paramètres mesurés, rien de significatif n'est à signaler ; les résultats des mesures sont inférieurs aux seuils des valeurs guides des sédiments (**Tableau 7.4-2**).

#### 4.2.1.7 Conclusions et interprétations à la CMG

**En 2016, les seuils radiologiques de l'arrêté rejet [REF 2] ainsi que les termes de la convention de gestion des eaux avec AREVA NC [REF 10] ont été respectés, hormis un dépassement ponctuel de la teneur en MEST en septembre (39 mg/L).**

**Les eaux pluviales collectées sur le Centre représentent 15 % de la pluviométrie en hausse de 4% par rapport à 2015 et correspondent à 5,5 % du volume total des eaux pluviales d'AREVA et d'Andra rejeté au ruisseau de la Sainte-Hélène. Cette meilleure récupération des eaux de ruissellement par le réseau pluvial vient probablement des travaux réalisés par l'Andra sur ce réseau. Cette conclusion sera à consolider sur 2017.**

**Des traces récurrentes de  $^{137}\text{Cs}$  et de HAP sont mesurées dans les sédiments de la fosse de tranquillisation de la CMG.**

**Les concentrations d'éléments chimiques dans les eaux et les sédiments ne dépassent pas les valeurs guides françaises évoquées dans le Tableau 7.4-1 et le Tableau 7.4-2.**

#### 4.2.2 Le réseau des « effluents à risque » (BDS)

Le cheminement des « effluents à risque » est présenté en **Figure 1-6**.

Le réseau des « effluents à risque » aboutit avant transfert à AREVA NC à un bac de contrôle dit «bac du séparatif» (BDS). En aval du point BDS, ces effluents sont gérés par AREVA NC, conformément à la convention de rejet entre l'Andra et AREVA NC [REF 10] et sont destinés à être rejetés en mer.

Les résultats des mesures radiologiques et volumétriques concernant ce point de contrôle sont présentés dans les **Tableau 7.4-8**.

##### 4.2.2.1 Limites réglementaires et conditions de rejet

Au titre de l'arrêté de rejets [REF 2], les limites à respecter sont précisées dans le **Tableau 4.2-4**.

En cohérence avec le suivi mensuel transmis à l'ASN dans les registres réglementaires de surveillance, les valeurs moyennes d'activités rejetées présentées dans le **Tableau 4.2-4** sont des moyennes pondérées par les volumes, calculées avec les seuils de décision.

**Tableau 4.2-4 Limites et valeurs annuelles de l'arrêté rejet pour les « effluents à risque »**

Caractéristiques à respecter au BDS	Unités	Limites	Résultats 2016
Activité alpha rejetée	GBq/an	0,125	0,00076
Activité bêta gamma (hors tritium) rejetée	GBq/an	0,25	0,0087
Activité tritium rejetée	GBq/an	125	2,14
Activité alpha rejetée maximum	GBq/mois	0,021	Max : 0,00016
Activité bêta gamma (hors tritium) rejetée maximum	GBq/mois	0,042	Max : 0,0022
Activité tritium rejetée maximum	GBq/mois	20,8	Max : 1,0
pH	-	pH ≥ 6	Min : 7,1
Cadmium	mg/L	0,02	< 0,001
Chrome total	mg/L	0,05	< 0,001
Mercure	mg/L	0,001	< 0,0005
Nickel	mg/L	0,5	0,15
Plomb	mg/L	0,05	< 0,001
Bore	mg/L	5	0,039
Cyanures	mg/L	0,1	< 0,005
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	mg/L	0,05	<0,00006
Uranium	mg/L	0,05	<0,004

Du point de vue physico-chimique, les concentrations indiquées dans le tableau, sauf celle du pH, sont les valeurs maximales mesurées dans les échantillons moyens mensuels pour le nickel et semestriels pour les autres paramètres.

Les rejets au BDS ne représentent que quelques pourcents des limites annuelles autorisées en radiologie courante (alpha et bêta globales, tritium) ainsi que des seuils mensuels fixés au 1/6 des limites annuelles (**Figure 4-1** et **Figure 4-2**).

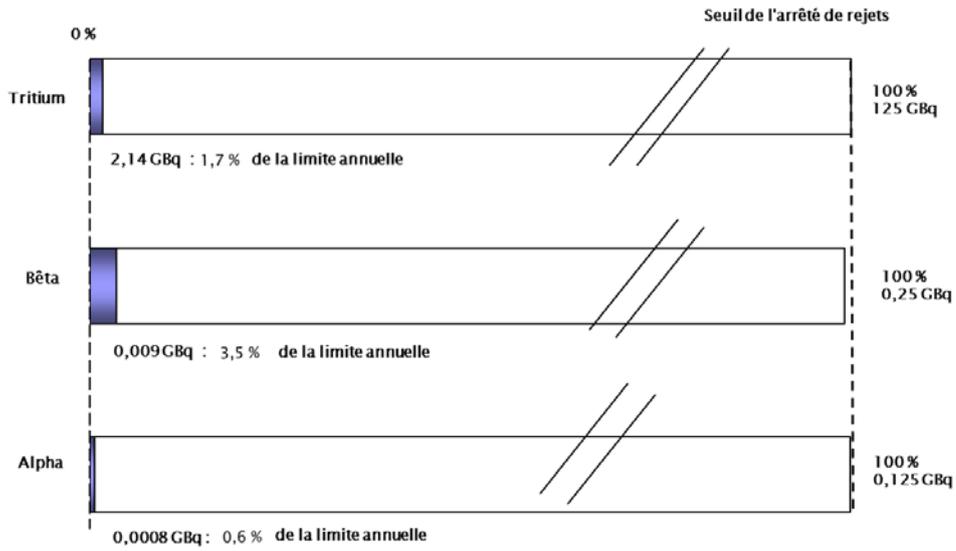


Figure 4-1 Etat des rejets annuels des « effluents à risque » au point BDS en 2016

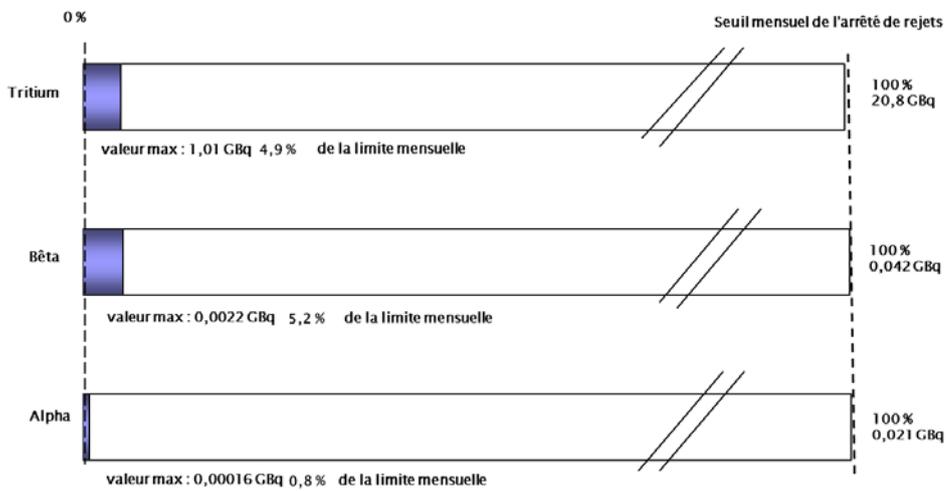


Figure 4-2 Etat des rejets mensuels maximaux des « effluents à risque » au point BDS en 2016

La convention de rejet entre l'Andra et AREVA NC [REF 10], outre le respect des dispositions de l'arrêté de rejet [REF 2], impose, pour des raisons d'exploitation, le respect des limites suivantes précisées dans le **Tableau 4.2-5** :

**Tableau 4.2-5 Limites et valeurs annuelles de la convention Andra-AREVA NC pour les « effluents à risque »**

Caractéristiques à respecter	Unité	Limites	Résultats 2016
Activité volumique alpha	Bq/L	37	Max : 0,09
Activité volumique bêta gamma (hors tritium)	Bq/L	1 850	Max : 1,2
Volume total annuel rejeté <sup>1</sup>	m <sup>3</sup>	45 000	30 292
Débit instantané	L/s	22,2	Max : 15,5 le 23/11/2016 de 09h00 à 10h00

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

#### 4.2.2.2 Suivi des volumes

En 2016, il apparaît que :

- l'essentiel des effluents collectés au BDS provient du réseau de drainage de la couverture sur et sous membrane (96 %), majoritairement détourné vers ce point depuis 1994 et mesuré par le débitmètre DDC (29 060 m<sup>3</sup>) (Cf. **Tableau 4.1-1**) ;
- la contribution des volumes collectés au RD12 représente environ 6 % des volumes rejetés au BDS ; le volume comptabilisé en 2016 à l'exutoire du réseau de drainage profond (1 738 m<sup>3</sup>) est en baisse par rapport aux années précédentes (4 648 m<sup>3</sup> en 2014 ; 2 007 m<sup>3</sup> en 2015) ;
- la contribution des BRS0 et BRS0bis (338 m<sup>3</sup>) au volume global BDS (30 293 m<sup>3</sup>) représente environ 1 % du volume BDS ; ce volume provient majoritairement du RSGEbis parasité par des infiltrations directes et rapides d'eau de pluie.

La répartition des volumes des différentes contributions des « effluents à risque » reste cohérente avec les années précédentes. La différence entre la somme des contributions au BDS et le volume mesuré à cet exutoire correspond à la précision des débitmètres (**Tableau 4.2-6**).

#### 4.2.2.3 Suivi radiologique

##### Les analyses radiologiques

Les analyses radiologiques sont réalisées sur des prélèvements aliquotes mensuels ; les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-8 (2/2)**. Dans l'attente de la révision de l'arrêté de rejet, l'Andra a maintenu les suivis radiologiques hebdomadaire et mensuel au BDS, respectivement **Tableau 7.4-8 (1/2 et 2/2)**.

En 2016, sur les 52 prélèvements effectués, les activités volumiques moyennes au BDS (valeurs moyennes pondérées par les volumes et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : < **0,037 Bq/L** (51 valeurs significatives ; max à 0,085 Bq/L)
- Bêta global : **0,30 Bq/L** (52 valeurs significatives ; max à 1,21 Bq/L ; potassium à 5,2 mg/L)
- Tritium : **63,7 Bq/L** (52 valeurs significatives ; max à 1 910 Bq/L)

La teneur moyenne en potassium pour 2016 est de 2,66 mg/L soit une part du <sup>40</sup>K dans l'activité volumique bêta d'environ 0,07 Bq/L.

Comme les années précédentes, une part importante du tritium mesuré au BDS vient des vidanges des cuves N°2 et N°4 provenant du RSGE. Les vidanges de ces cuves ont été effectuées les **29/06/2016** et **21/12/2016** (Cf. **Tableau 7.4-9**). Elles correspondent aux pics d'activités tritium et bêta aux dates d'échantillonnages des 4 juillet 2016 et 26 décembre 2016. Ces valeurs d'activité soit respectivement 1 910 Bq/L et 1 040 Bq/L sont identifiées en gras dans le **Tableau 7.4-8 (1/2)**.

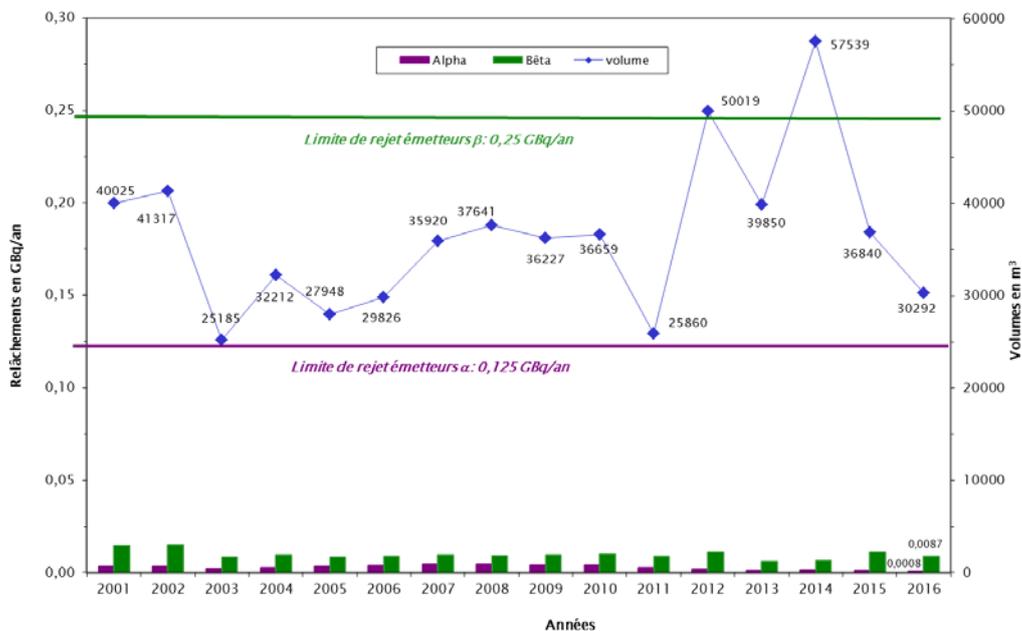
La mise en exploitation du RSGEbis en 2011 a favorisé la concentration des activités radiologiques dans les effluents du RSGE et la baisse importante des volumes de ce réseau (environ 1 m<sup>3</sup> par mois). En effet, les infiltrations parasites, maintenant collectées par le RSGEbis, diluaient les effluents collectés à la base des ouvrages. Cette configuration du RSGE conduit à n'effectuer qu'un rejet semestriel de ces effluents, provoquant ainsi, durant le mois et la semaine où le rejet est réalisé (juin et décembre), une augmentation d'activités radiologiques à l'exutoire du BDS, plus particulièrement bêta et tritium.

L'exutoire du réseau de drainage profond (point de contrôle RD12) contribue également au relâchement d'activité tritium au BDS. (Cf. § 4.2.6)

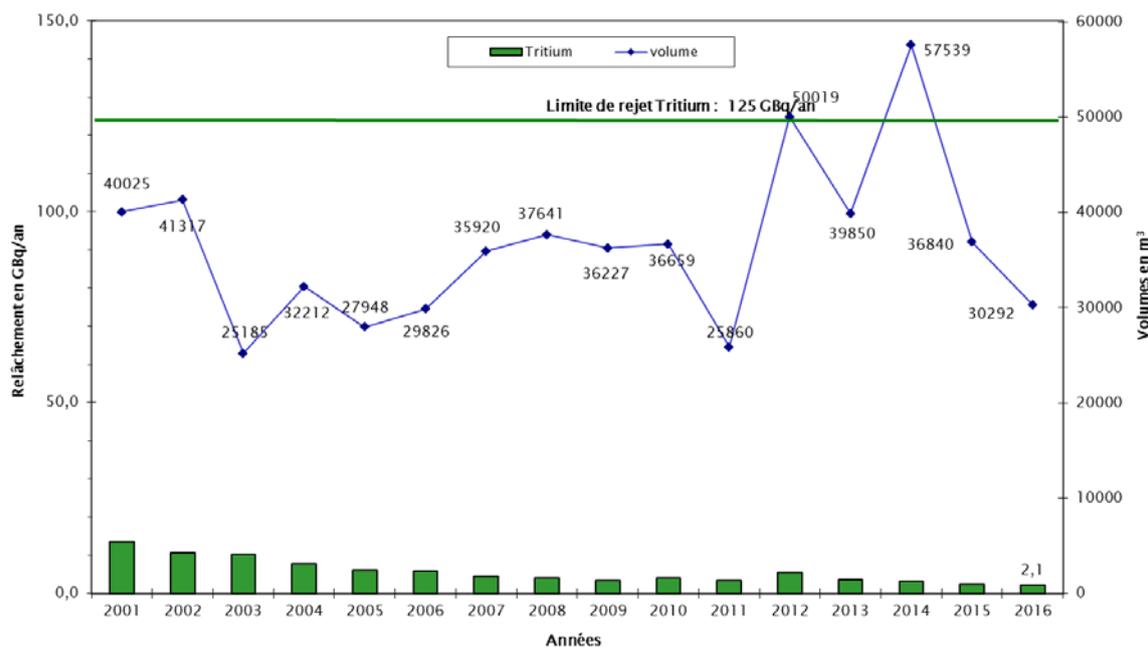
Les activités mensuelles relâchées en alpha global, bêta global et tritium sont, quant à elles, calculées à partir des analyses radiologiques mensuelles et précisées dans le **Tableau 7.4-8 (2/2)**.

Ce tableau présente également les teneurs en MEST et les flux correspondants. Les teneurs en MEST varient entre 0,6 mg/L et 2,0 mg/L, et semblent naturellement influencées par le débit moyen de ce réseau.

Conformément à l'arrêté de rejet [REF 2], les **Figure 4-3** et **Figure 4-4** présentent l'évolution pluriannuelle de 2001 à 2016 des activités alpha, bêta et tritium à l'exutoire BDS.



**Figure 4-3** Evolution des activités relâchées et volumes rejetés au point BDS (2001 -2016)



**Figure 4-4 Evolution des relâchements tritium et volumes rejetés au point BDS (2001-2016)**

L'activité relâchée alpha est globalement stable autour de 0,001 GBq, voire en baisse par rapport à 2015. L'activité bêta relâchée diminue par rapport à 2015 pour revenir vers le niveau comptabilisé en 2014 (0,007 GBq).

En 2016, le relâchement d'activité tritium au BDS diminue (2,4 GBq en 2015).

#### Les analyses radiochimiques

Les analyses radiochimiques des échantillons aliquotes sur les « effluents à risque » au point BDS sont présentées dans le **Tableau 7.4-10**.

Ce tableau précise également une évaluation des activités semestrielles relâchées. Il s'agit là en fait de majorants d'activités relâchées, la mesure sur la plupart des radioéléments recherchés étant inférieure au seuil de décision.

On en retient que :

- les mesures effectuées en 2016 ne montrent pas d'évolution particulière des activités radiologiques. Ainsi, on peut noter la présence de quelques radioéléments d'origine naturelle tels les isotopes de l'uranium ( $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ), à des concentrations cohérentes avec les proportions naturelles ;
- comme les années précédentes, on constate la présence récurrente de  $^{137}\text{Cs}$  à l'état de traces ainsi qu'au premier semestre des traces de  $^{60}\text{Co}$  ( $0,005 \pm 0,003$ ) Bq/L. Ces deux radionucléides sont également mesurés dans les effluents du RSGE (**Tableau 7.4-20**).

#### 4.2.2.4 Suivi physico-chimique

##### Qualité des effluents du BDS

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans les **Tableau 7.4-11** et **Tableau 7.4-12**.

Concernant les toxiques chimiques prioritaires, l'évolution des concentrations mesurées ne fait apparaître aucune variation anormale. Il en est de même pour les autres toxiques chimiques. Compte-tenu des flux, l'origine de ces teneurs vient des eaux de drainage de la couverture.

#### Suivi mensuel des teneurs en nickel

Le **Tableau 7.4-12** présente les flux mensuels en nickel. En 2016, le flux total de nickel au BDS est de 1,72 kg. Il était de 1,66 kg en 2015, de 2,69 kg en 2014 et de 3,05 kg en 2013. La relative stabilité du flux de nickel depuis 2015 atteste de l'efficacité des curages des chambres de drainage réalisés en 2010 et renouvelés en 2015.

Par conséquent, sans évolution notable à la hausse des teneurs en nickel d'ici 2020, le curage quinquennal des chambres de drainage sera arrêté.

Pour rappel, il a été démontré que le nickel retrouvé dans les eaux du BDS provient des eaux de drainage de la couverture contrôlées au point RP300.

#### 4.2.2.5 Contribution des différents réseaux aux relâchements et flux au BDS

##### Suivi radiologique

Conformément à l'arrêté rejets fixant les conditions de rejets [REF 2], le **Tableau 7.4-13** présente la répartition mensuelle des activités relâchées pour les rejets en continu (CMG et BDS) et les rejets concertés (points BRS0 et BRS0bis).

Le **Tableau 4.2-6** précise la répartition des relâchements de l'ensemble des contributions au BDS.

L'équation caractérisant les relâchements et flux au BDS est :

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

Une approximation par excès est faite au point de contrôle BDS dans le calcul des relâchements qui consiste à additionner les relâchements mesurés sur chacune des contributions transitant par ce point. En effet, les volumes pris en compte pour la contribution du drainage couverture sont ceux mesurés à la CMED et non ceux mesurés par le débitmètre DDC, ces derniers n'étant pas associés à des analyses radiologiques. Ainsi, le volume calculé à la CMED devrait être diminué du volume de la surverse (1 287 m<sup>3</sup>), ce qui réduirait d'autant l'écart entre le relâchement mesuré au BDS et celui calculé dans le **Tableau 4.2-6**.

L'équation caractérisant les volumes au BDS est :

$$V_{\text{BDS}} = V_{\text{CMED}} - \text{surverse} + V_{\text{BRS0}} + V_{\text{BRS0bis}} + V_{\text{RD12}}$$

Tableau 4.2-6 Relâchements et flux au BDS

2016	Relâchements en MBq			Flux en kg	Volumes
	Alpha	Bêta	Tritium	Potassium	m <sup>3</sup>
<b>BDS</b>	0,76	8,73	2 140	84,4	30 292
<b>BRSO (1)</b>	0,012	0,55	1 183	9,7	9,95
<b>BRSObis (1)</b>	0,02	2,35	28,4	0,86	328
<b>RD12 (2)</b>	0,06	1,3	356,4	7	1 738
<b>RP300 ; CMED (3)</b>	1,24	6,67	224,3	77,4	30 172
<b>Surverse (4)</b>					1287
<b>BDS<sub>CALCULÉ</sub> : (1) + (2) + (3) - (4)</b>	1,33	10,9	1 792	95	30 961
<b>Δ [BDS (mesuré) - BDS (calculé)]</b>	-0,6 (-79 %)	-2,2 (-25 %)	+348 (+16 %)	-10,6 (-12,6 %)	-669 (-2,2 %)

Les écarts constatés dans le calcul des relâchements alpha, bêta, tritium et volume au BDS résultent des incertitudes associées : au prélèvement, à la mesure d'activité et la mesure de débit.

L'écart entre le relâchement alpha calculé et celui mesuré (-79 %) est (échantillonnage mensuel) plus important que celui de 2015. En prenant en compte le relâchement mesuré à partir des échantillons hebdomadaires (1,13 MBq), la différence entre le calculé et le mesuré se réduit à - 0,2 MBq soit -18 %. Il en est de même pour le relâchement bêta qui se réduit également à -18 % en considérant les activités bêta mesurées au pas de temps hebdomadaire au BDS (9,2 MBq).

Le relâchement d'activité tritium mesuré au BDS est plus fort que celui calculé (+ 16 %) ; il se réduirait à +7 % en considérant les activités tritium mesurées au pas de temps hebdomadaire (1 933 MBq).

L'écart entre les volumes mesurés et ceux calculés au BDS (- 2,2 %) correspond à la précision attendue des débitmètres ( $\pm 5$  %).

Depuis la mise en exploitation du RSGEbis, les volumes collectés au BRSO sont faibles (environ 0,8 m<sup>3</sup> par mois) ce qui conduit à n'effectuer qu'une vidange de cuve du RSGE par semestre, et ainsi à transférer, par le BDS, l'ensemble des activités et teneurs venant des ouvrages de stockage le jour de ces vidanges.

La part la plus importante des volumes comptabilisés au BDS, vient des eaux de drainage de la couverture, très faiblement actives. Les contributions d'activités radiologiques du tritium au BDS sont par ordre décroissant d'importance, les effluents venant du RSGE (BRSO), du drainage profond (RD12), du drainage de la couverture (RP300) et des infiltrations parasites (RSGEbis). Les volumes comptabilisés aux BRSO et BRSObis ne représentent qu'1 % du volume mesuré au BDS, 7 % si on inclut ceux comptabilisés au RD12.

#### Suivi physico-chimique

Les **Tableau 4.2-7** et **Tableau 4.2-8** comparent les teneurs en calcium, sulfate, chlorure et potassium, indicateurs potentiels de la dégradation des bétons mesurés au BDS et de ses contributions sur l'exutoire du drainage profond (RD12), l'exutoire du drainage couverture (RP300), les effluents provenant du RSGE (BRSO).

Au regard des volumes collectés aux exutoires BDS et RP300, les principaux flux des éléments chimiques mesurés au BDS viennent du drainage de la couverture et de la lixiviation des couches supérieures de la couverture.

Les teneurs élevées en sulfates et potassium mesurées au BRSO sont liées au faible débit de ces effluents et à des dépôts résiduels dans la canalisation et les drains d'ouvrages. Ceci conduit aussi à des valeurs de conductivité élevées, aux alentours de 5100 µS/cm.

Les résultats des mesures effectuées en 2016 sont cohérents par rapport aux années précédentes et ne sont pas symptomatiques d'une évolution ou d'une dégradation des bétons qui constituent les ouvrages de stockage.

**Tableau 4.2-7 Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO<sub>4</sub>, Cl-, K en 2015**

Eléments	2015	Flux en kg et (teneurs en mg/L)			
	Période	BDS	RP300	RD12	BRSO
Calcium	Sem 1	1 550 (75)	1 610 (77)	49 (37)	0,35 (61)
	Sem 2	870 (54)	860 (54)	26 (38)	0,14 (28)
Sulfates	Sem 1	2 270 (110)	2 300 (110)	21 (16)	3,6 (630)
	Sem 2	1 420 (88)	1 420 (89)	12 (17)	3,1 (620)
Chlorures	Sem 1	480 (23)	480 (23)	29 (22)	0,45 (80)
	Sem 2	420 (26)	414 (26)	15 (22)	0,41 (82)
Potassium	Sem 1	45 (2,2)	44 (2,1)	3 (2,3)	3,7 (650)
	Sem 2	31 (1,9)	32 (2,0)	2 (3,0)	4,5 (900)

**Tableau 4.2-8 Comparaison entre les contributions du BDS pour le Ca, SO<sub>4</sub>, Cl-, K en 2016**

Eléments	2016	Flux en kg et (teneurs en mg/L)			
	Période	BDS	RP300	RD12	BRSO
Calcium	Sem 1	1 780 (76)	2 040 (86)	66 (86)	0,23 (39)
	Sem 2	490 (71)	450 (70)	8,6 (48)	0,09 (23)
Sulfates	Sem 1	2 570 (110)	3 090 (130)	28 (130)	2,9 (480)
	Sem 2	630 (91)	610 (95)	4,6 (26)	2,7 (670)
Chlorures	Sem 1	750 (32)	710 (30)	50 (30)	0,42 (70)
	Sem 2	262 (38)	237 (37)	6,8 (38)	0,39 (98)
Potassium	Sem 1	58 (2,5)	62 (2,6)	6 (2,6)	4,9 (820)
	Sem 2	15 (2,2)	15 (2,3)	0,8 (4,2)	3,5 (890)

#### 4.2.2.6 Conclusions et interprétations au BDS

En 2016, les limites fixées par l'arrêté rejet [REF 2], ainsi que les seuils radiologiques et physico-chimiques de la convention de gestion des eaux transférées de l'Andra vers AREVA NC, entre l'Andra et AREVA NC, ont été respectés.

Les marges entre les relâchements à l'exutoire et les limites annuelles de l'arrêté rejet demeurent larges (< 10 %).

A l'exutoire des « effluents à risque » (BDS), les radionucléides d'origine artificielle présents dans ces eaux sont le tritium, le <sup>137</sup>Cs, le <sup>60</sup>Co (également présents au point de contrôle BRSO).

La stabilité des flux des éléments Ca, SO<sub>4</sub>, Cl, K retenus comme indicateurs de dégradation des ouvrages de stockage et leur provenance majoritaire dans les eaux de drainage de la couverture est un indice de confiance de la bonne tenue des installations et ouvrages de stockage.

### 4.2.3 Le réseau de drainage de drainage de la couverture (RP300)

La localisation du point de prélèvement RP300 est présentée dans les **Figure 1-3**, **Figure 1-5** et **Figure 1-6**.

#### 4.2.3.1 Suivi des volumes

En 2016, il apparaît que :

- le volume des eaux de drainage de la couverture mesuré au point RP300 est de 30 172 m<sup>3</sup> pour une pluviométrie de 114 660 m<sup>3</sup> (sur les 12 ha de la couverture), soit un rapport de 0,26, similaire à 2006, en légère baisse par rapport à 2015. Ce rapport évolue entre 0,23 et 0,33 depuis 2000 (**Tableau 4.2-9**)
- 96 % de ces eaux sont orientées vers l'exutoire des effluents à risques (BDS) ; ces débits d'eau sont mesurés par le débitmètre DDC (29 060 m<sup>3</sup>) ;
- au-delà de 30 m<sup>3</sup>/h, ces eaux rejoignent la CMG (Cf. 4.2.1.2) par surverse (1 287 m<sup>3</sup>) ; le détail des périodes de surverse est précisé dans le **Tableau 4.2-10**.

**Tableau 4.2-9 rapport des volumes à l'exutoire du drainage de la couverture depuis 1997**

	Volume CMED (m <sup>3</sup> )	Pluviométrie (mm)	pluviométrie sur 12 ha	rapport drains surmembrane sur pluie
1997	29969	1154	138456	0,22
1998	35077	1279	153534	0,23
1999	32914	1157	138840	0,24
2000	43075	1288	154560	0,28
2001	39762	1225	147000	0,27
2002	43810	1297	155604	0,28
2003	25552	928	111324	0,23
2004	32909	1020	122388	0,27
2005	27368	917	109992	0,25
2006	29671	944	113256	0,26
2007	36816	1131	135720	0,27
2008	37330	1143	137172	0,27
2009	36126	1110	133140	0,27
2010	28283	971	116532	0,24
2011	26967	950	113964	0,24
2012	50624	1409	169128	0,30
2013	39931	1111	133332	0,30
2014	55625	1389	166632	0,33
2015	36805	1079	129480	0,28
2016	30172	956	114660	0,26

Le **Tableau 4.2-10** présente les périodes dites de « surverse » (débits du réseau de drainage de la couverture > à 30 m<sup>3</sup>/h) et les volumes d'eau correspondant qui se sont déversés dans la CMG en 2016.

**Tableau 4.2-10 Périodes et volumes de surverse en 2016**

Calcul de la surverse du drainage couverture vers le réseau pluvial					
2016	période				Volume m <sup>3</sup>
	du		au		
janvier 886,69 m <sup>3</sup>	03-janv.-16	12:00	06-janv.-16	5:00	573,60
	07-janv.-16	5:00	07-janv.-16	12:00	75,90
	11-janv.-16	9:00	11-janv.-16	20:00	81,41
	27-janv.-16	15:00	27-janv.-16	22:00	116,43
	30-janv.-16	10:00	30-janv.-16	15:00	39,35
février 166,82 m <sup>3</sup>	02-févr.-16	9:00	02-févr.-16	12:00	39,30
	08-févr.-16	0:00	08-févr.-16	2:00	10,88
	09-févr.-16	7:00	09-févr.-16	17:00	59,26
	13-févr.-16	10:00	13-févr.-16	16:00	57,38
mars	09-mars-16	3:00	09-mars-16	20:00	219,95
avril	-	-	-	-	0,00
mai	-	-	-	-	0,00
juin	23-juin-16	13:00	23-juin-16	15:00	5,60
juillet	-	-	-	-	0,00
août	-	-	-	-	0,00
septembre	-	-	-	-	0,00
octobre	-	-	-	-	0,00
novembre 7,57 m <sup>3</sup>	20-nov.-16	1:00	20-nov.-16	2:00	5,59
	21-nov.-16	12:00	21-nov.-16	13:00	1,98
décembre	-	-	-	-	0,00
TOTAL					1286,63

## 4.2.3.2 Suivi radiologique

Les analyses radiologiques sont réalisées sur des prélèvements aliquotes mensuels : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-14**.

En 2016, sur les 12 prélèvements effectués, les activités volumiques moyennes au point RP300 (valeurs moyennes pondérées par les volumes et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : **0,04 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 0,09 Bq/L)
- Bêta global : **0,22 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 0,36 Bq/L)
- Tritium : **7,4 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 29 Bq/L)

La teneur moyenne en potassium est de 3,5 mg/L.

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

#### 4.2.3.3 Suivi physico-chimique

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-15**.

Les paramètres recherchés montrent une évolution normale et respectent les limites définies dans l'arrêté rejet [REF 2] ; les éléments caractéristiques des matériaux de la couverture tels que le calcium, le sulfate (de par la présence de pyrite), le bore ou encore le nickel (présent probablement dans les matériaux de la couverture mais également dans le sable-ciment utilisé en talus) sont mesurés avec des valeurs significatives.

La présence de cadmium à une concentration au niveau de la limite de quantification (1 µg/L) est notée au second semestre 2016.

#### 4.2.3.4 Conclusions et interprétations

**Les eaux de drainage de la couverture sont marquées en tritium au maximum à 29 Bq/L en période de faibles débits. Les analyses physico-chimiques révèlent la présence significative de métaux (nickel, baryum, bore, sulfates) provenant de la lixiviation des couches supérieures de la couverture par la pluie et liée à la nature des matériaux utilisés.**

### 4.2.4 Les réseaux séparatifs gravitaires enterrés (RSGE et RSGEbis)

Les divers points de prélèvement sur ce réseau sont rappelés dans les **Figure 1-4 à Figure 1-7**.

Pour rappel, les eaux issues des RSGE et RSGEbis ont pour exutoire, respectivement les points BRS0 et BRS0bis, situés dans le local cuve 220-2 du bâtiment des bassins. Les cuves n°2 et n°4 sont dédiées au RSGE, les cuves n°6, n°5 et n°3 au RSGEbis.

En amont du point BRS0, deux points de contrôle permettent depuis 1999 une surveillance radiologique et débitmétrique hebdomadaire ponctuelle et sectorisée des contributions du RSGE : il s'agit de l'exutoire de la branche Est (BRS-ES) et de l'exutoire des branches Ouest et centrale (BRS-OU).

La surveillance du RSGE et du RSGEbis est complétée par des points de contrôle amont (BRS) situés dans la galerie, chacun d'entre eux étant dévolu à la collecte des effluents issus d'un ouvrage ou d'un groupe d'ouvrages de stockage. Une fois par an, des contrôles radiologiques et débitmétriques ponctuels sont réalisés sur chacun de ces BRS.

Cette campagne de mesures et de prélèvements se déroule fin octobre, période durant laquelle la mise en fonctionnement de la ventilation de la galerie du RSGE, nécessaire à l'accès en galerie, n'est pas susceptible de générer des phénomènes parasites de condensation (cas de la période estivale).

Depuis 2010, le débit de chacun des BRS est contrôlé chaque trimestre.

Les mesures mensuelles du BRS0 sont présentées dans le **Tableau 7.4-18 (1/2 et 2/2)**, celles hebdomadaires du BRS0bis dans le **Tableau 7.4-19 (1/2 et 2/2)**.

#### 4.2.4.1 Suivi des volumes aux exutoires BRS0 et BRS0bis

A partir de la pluviométrie mesurée à la station atmosphérique (point PH1), les tableaux suivants présentent les volumes d'eau de pluie précipitée (estimés pour une surface de 15 ha) ainsi que les volumes collectés par les RSGE et RSGE bis :

- le **Tableau 4.2-11** caractérise les volumes récupérés par le RSGE (au point BRS0) depuis 2000 jusqu'au 30/05/2011 correspondant à la mise en exploitation du RSGEbis ;
- le **Tableau 4.2-12** précise les volumes récupérés par les 107 BRS raccordés au RSGE ;
- le **Tableau 4.2-13** assure la continuité des informations présentées dans le **Tableau 4.2-11** en sommant les volumes comptabilisés dans le RSGE et RSGEbis.

**Tableau 4.2-11 Volumes BRSO et ratio BRSO/pluviométrie depuis 2000 jusqu'au 30 mai 2011**

	Volume brut précipité (m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> ( m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> / V <sub>pluie</sub> ( % )
2000	193 200	338	0,17%
2001	183 750	377	0,21%
2002	194 505	308	0,16%
2003	139 155	277	0,20%
2004	152 985	317	0,21%
2005	137 490	280	0,20%
2006	141 570	257	0,18%
2007	169 650	304	0,18%
2008	171 465	309	0,18%
2009	166 425	306	0,18%
2010	145 665	335	0,23%
2011	54 000	127	0,24%

**Tableau 4.2-12 Volumes BRSO et ratio BRSO/pluviométrie depuis le 30 mai 2011**

	Volume brut précipité (m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> ( m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> / V <sub>pluie</sub> ( % )
2011	88 455	7,4	0,008%
2012	211 410	13,8	0,007%
2013	166 665	13,1	0,008%
2014	208 290	10,85	0,005%
2015	161 850	10,8	0,007%
2016	143 325	9,95	0,007%

**Tableau 4.2-13 Volumes et ratio (BRSO+BRSObis)/pluviométrie**

	Volume brut précipité (m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> + V <sub>BRSObis</sub> ( m <sup>3</sup> )	V <sub>BRSO</sub> + V <sub>BRSObis</sub> / V <sub>pluie</sub> ( % )
2011	142 455	299	0,21%
2012	211 410	541	0,26%
2013	166 665	449	0,27%
2014	208 290	514	0,25%
2015	161 850	415	0,26%
2016	143 325	338	0,24%

En 2016, les tendances distinctes observées sur les RSGE et RSGEbis se confirment :

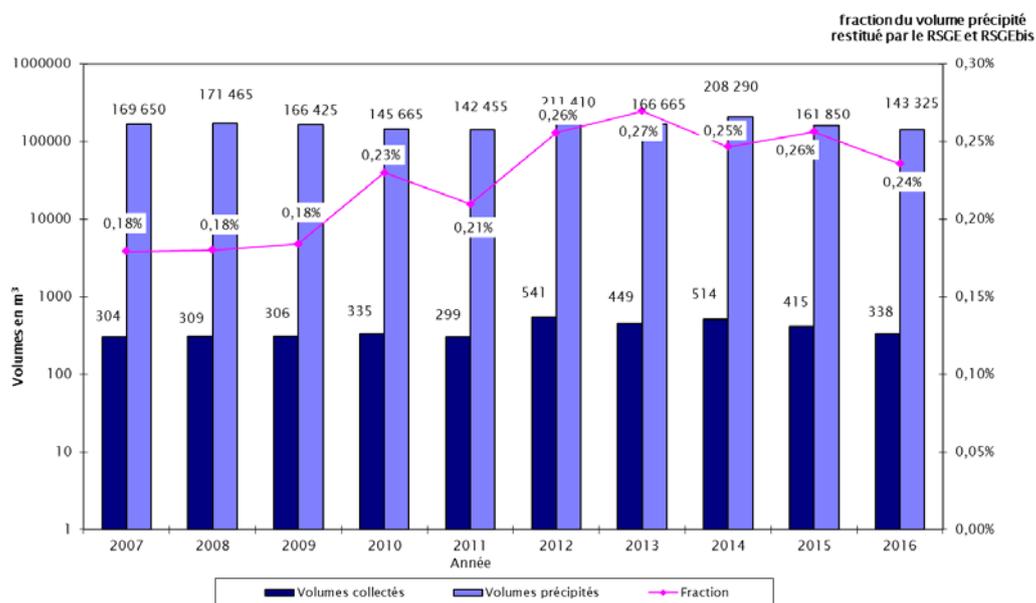
- le faible volume drainé par le RSGE correspondant à la majeure partie du stockage (107 BRS) : 9,95 m<sup>3</sup> ;

Le rapport V<sub>BRSO</sub>/Pluie de 2016 est équivalent à ceux des années précédentes, hormis pour celui de 2014 moins élevé (0,005 %) pour lequel, il est probable que la ventilation des galeries du RSGE ait contraint l'écoulement des effluents en amont durant les travaux de réfection du RSGE (Tableau 4.2-12).

- le volume plus important collecté par le RSGEbis drainant les trois BRS parasites : 328 m<sup>3</sup>.

Le rapport 2016  $V_{\text{BRS0}} + V_{\text{BRS0bis}} / V_{\text{pluie}}$  de 0,24 % diminue sensiblement depuis 2013. L'augmentation de 0,18 % à 0,27 % constatée entre 2009 et 2012 traduit une amplification des phénomènes d'apports rapides provenant notamment des bordures du stockage, phénomènes par ailleurs démontrés par les tests de mise en charge des caniveaux pluviaux au droit des BRS002 et BRS114 et par les mises en charges des drains sur membrane de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est. Si les travaux d'amélioration de la récupération des eaux pluviales ont pu ralentir ou stabiliser les infiltrations en bordure de stockage, leurs effets ne se font ressentir essentiellement qu'au niveau des BRS114 et BRS149. Les infiltrations vers le BRS002 venant du réseau pluvial et du réseau de drainage couverture, l'impact des travaux réalisés sur les caniveaux du réseau pluvial ont peu d'effet sur les débits mesurés au BRS002.

La corrélation entre la pluviométrie et les volumes d'eau recueillis aux BRS0 et BRS0bis est mise en évidence dans la **Figure 4-5**. Pour assurer la continuité du graphique, à partir de 2011, le volume des eaux drainées venant des ouvrages de stockage regroupe le volume mesuré au RSGE (9,95 m<sup>3</sup> en 2016) et celui mesuré au RSGEbis (328 m<sup>3</sup> en 2016) soit 338 m<sup>3</sup> (lecture arrondie).



**Figure 4-5 Evolution des volumes RSGE (BRS0) et pluviométrie associée depuis 2007**

Le **Tableau 7.4-9** indique :

- les dates de vidanges des cuves affectées aux RSGE et RSGEbis ainsi que les volumes évacués vers les installations d'AREVA NC via l'exutoire du BDS,
- un récapitulatif des volumes vidangés depuis 1998.

#### Vidange des cuves du RSGE (BRS0)

Les vidanges de cuves des eaux provenant du RSGE se sont déroulées le 29 juin 2016 et le 21 décembre 2016. Les limites mensuelles au BDS pour juin et décembre ont été respectées bien que les effluents rejetés lors de ces vidanges concentrent la part la plus importante de l'activité radiologique du CSM. (**Figure 4-2**).

Les dates d'échantillonnage du BDS, dont les prélèvements correspondent à une période durant laquelle une vidange de cuves du RSGE a été effectuée, sont marquées en gras dans le **Tableau 7.4-8 (1/2)**.

### Vidange des cuves du RSGEbis (BRS0bis)

La fréquence des vidanges des cuves du RSGEbis est plus forte en saison de drainage intense. Ces effluents, faiblement marqués radiologiquement, sont malgré tout envoyés à la station de traitements des effluents d'AREVA NC selon la procédure en vigueur.

#### 4.2.4.2 Suivi radiologique aux exutoires BRS0 et BRS0bis

##### Point de contrôle BRS0

Les analyses radiologiques au BRS0 sont réalisées sur des échantillons aliquotes mensuels ; les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-18 (1/2)**.

En 2016, sur les 12 prélèvements effectués, les activités volumiques moyennes au point BRS0 (valeurs moyennes pondérées par les volumes et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : **1,21 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 1,6 Bq/L).
- Bêta global : **55,4 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 66,0 Bq/L).
- Tritium : **119 000 Bq/L** (12 valeurs significatives ; max à 149 000 Bq/L).

La teneur moyenne en potassium pour 2016 est de 972 mg/L soit une part du  $^{40}\text{K}$  dans l'activité bêta d'environ 28 Bq/L. Par conséquent, l'activité volumique du  $^{40}\text{K}$  contribue pour moitié à l'activité bêta des effluents du RSGE.

En réponse à l'engagement E7 pris lors de l'instruction du RDS 2009 [REF 6], une analyse particulière a été réalisée sur l'activité des bêta sur MES au point de contrôle BRS0. Les résultats pour l'année 2016 sont présentés dans le **Tableau 7.4-18 (2/2)**.

**Rappel de l'engagement E7** - «L'Andra indiquera, dans les futurs bilans annuels de surveillance, l'importance relative des relâchements actuels d'activité associés aux MES dans les eaux du RSGE par rapport aux relâchements d'activité sous forme dissoute. Les éléments de justification du niveau de filtration des échantillons d'eau brute seront précisés. S'il apparaissait une évolution notable de cette activité, l'Andra réactivera, si cela est nécessaire pour en identifier l'origine, les mesures d'activité sur les BRS présentant un écoulement».

On note que :

- Pour 2016, l'activité massique par mois des bêta sur MES varie de < SD à 18 Bq/g, ce qui produit au final un relâchement d'activité sous forme solide de  $1,85 \cdot 10^{-4}$  MBq, la forme soluble est de  $5,84 \cdot 10^{-1}$  MBq.
- La part de ces relâchements d'activité bêta sous forme solide est faible et stable en 2016 car, globalement, ils représentent 0,03 % des relâchements d'activité bêta.
- Le **Tableau 7.4-20** présentant les résultats des analyses radiochimiques montre que les radionucléides à l'origine de ces activités bêta sur MES sont essentiellement les  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ .

Les analyses radiochimiques sur les effluents au point BRS0 sont effectuées sur des échantillons aliquotes semestriels : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-20**. Ces analyses sont réalisées sur les parties solubles et insolubles des échantillons.

Dans ce tableau figurent en outre les activités semestrielles et annuelles relâchées calculées à partir de ces résultats d'analyses.

Le **Tableau 4.2-14** classe par niveau d'activité radiologique les radionucléides significatifs au point de contrôle BRS0.

**Tableau 4.2-14 Classement par activité décroissante des RN significatifs au BRSO**

Classement par ordre décroissant d'activité	Radionucléides
Hors classement (142 000 Bq/L)	<sup>3</sup> H
Entre (10 et 100) Bq/L	<sup>14</sup> C, <sup>40</sup> K, <sup>137</sup> Cs
Entre (1 et 10) Bq/L	<sup>234</sup> U, <sup>234</sup> Th,
Entre (10 <sup>-1</sup> et 1) Bq/L	<sup>36</sup> Cl, <sup>99</sup> Tc, <sup>238</sup> U, <sup>226</sup> Ra, <sup>214</sup> Pb, <sup>63</sup> Ni, <sup>90</sup> Sr
Entre (10 <sup>-2</sup> et 10 <sup>-1</sup> ) Bq/L	<sup>60</sup> Co, <sup>235</sup> U
Sous forme de trace (< 10 <sup>-2</sup> Bq/L)	<sup>238</sup> Pu, <sup>239/240</sup> Pu

Comme le montrent les résultats d'analyses du **Tableau 7.4-20**, les activités radiologiques mesurées au BRSO sont présentes sur la fraction soluble de ces effluents :

- Les résultats des analyses radiologiques alpha sur la partie soluble de l'échantillon sont significatifs (1,3 Bq/L au premier semestre et 1,2 Bq/L au second) alors que ceux des alpha sur MES ne le sont pas (< 0,007 Bq/L au premier semestre et < 0,02 Bq/L au second semestre).
- Il en est de même pour les résultats des analyses radiologiques bêta (26 Bq/L au premier semestre et 41 Bq/L au second) et celles des bêta sur MES (< 0,01 Bq/L au premier semestre et < 0,02 Bq/L au second semestre).

#### Point de contrôle BRSObis

Les analyses radiologiques au BRSObis sont réalisées sur des échantillons aliquotes hebdomadaires : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-19 (1/2)**.

Sur les 52 prélèvements effectués, les activités volumiques moyennes au point BRSObis (valeurs moyennes pondérées par les volumes et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : **0,067 Bq/L** (40 valeurs significatives ; max à 0,16 Bq/L)
- Bêta global : **7,2 Bq/L** (52 valeurs significatives ; max à 16,9 Bq/L)
- Tritium : **86,7 Bq/L** (52 valeurs significatives ; max à 207 Bq/L).

La teneur moyenne en potassium pour 2016 est de 2,63 mg/L soit une part du <sup>40</sup>K dans l'activité volumique bêta d'environ 0,08 Bq/L. Par conséquent, la contribution du <sup>40</sup>K à l'activité bêta des effluents du RSGEbis n'est pas prépondérante.

Dans le cadre de l'étude sur l'activité bêta au BRSObis (Cf. § 7.1.4.1), l'Andra a réalisé à ce point des prélèvements complémentaires à partir de mai 2013, afin de mesurer l'activité volumique du <sup>14</sup>C.

Les résultats de ces mesures, présentés dans le **Tableau 4.2-15**, montrent que les activités volumiques vont de 16 Bq/L à 81 Bq/L.

**Tableau 4.2-15 mesure mensuelle du carbone 14 au BRSObis**

BRSOBIS	Date de prélèvement	Volume m <sup>3</sup>	<sup>14</sup> C Bq/L	Relâchement mensuel MBq
janvier	18/01/2016	65,65	40 +/- 16	2,63
février	15/02/2016	61,35	28 +/- 11	1,72
mars	14/03/2016	51,95	24 +/- 18	1,25
avril	18/04/2016	20,80	16 +/- 12	0,33
mai	16/05/2016	10,20	66 +/- 35	0,67
juin	13/06/2016	22,95	56 +/- 15	1,29
cumul semestre 1		232,90		7,9
juillet	18/07/2016	16,00	15 +/- 12	0,24
août	15/08/2016	16,50	61 +/- 17	1,01
septembre	12/09/2016	12,10	44 +/- 14	0,53
octobre	10/10/2016	7,30	81 +/- 18	0,59
novembre	14/11/2016	21,15	26 +/- 14	0,55
décembre	12/12/2016	21,8	30 +/- 17	0,65
cumul semestre 2		94,85		3,6

En complément, des analyses particulières réalisées pour les activités des bêta sur MES au BRSO, l'Andra a étendu cette démarche au point de contrôle BRSObis (début de ces analyses au démarrage du transfert des analyses radiologiques courantes au laboratoire du CSA en février 2015). Les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-19 (1/2) et (2/2)**.

On note :

- un rapport du relâchement d'activité bêta sous forme solide sur celui de l'activité bêta sous la forme soluble plus élevé qu'au point de contrôle BRSO et en augmentation par rapport à 2015, (15 %) avec une variabilité importante de 0,5 % à 58 % ;
- une activité bêta sur MES allant de 26 Bq/g à 389 Bq/g ;
- des teneurs en MES évoluant de 0,6 à 43 mg/L.

En février 2016, l'Andra a réalisé une expertise radiochimique sur les effluents du RSGEbis au point de contrôle BRS002, principal contributeur de ce réseau. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 4.2-16**.

Le prélèvement du 2 février 2016 a été réalisé en période de fort drainage (débit de 2,4 litres/mn). L'activité radiologique de cet échantillon est majoritairement concentrée sur la fraction insoluble traduisant ainsi le lessivage des dépôts résiduels de la canalisation de diamètre 400 mm située en amont du regard RS100 et l'entraînement de ces dépôts vers le BRS002 et les cuves du RSGEbis.

Tableau 4.2-16 Résultats de l'expertise radiochimique au BRS002

Paramètres	Unité	BRS002	
Date		02/02/2016	
Débit	mL/mn	2400	
		fraction soluble	fraction insoluble
Alpha global	Bq/L	5,40E-02 +/- 3,20E-02	2,30E+01 +/- 5,00E+00
Beta global	Bq/L	2,18E-01 +/- 4,30E-02	2,47E+01 +/- 3,10E+00
<sup>40</sup> K	Bq/L	<5,30E-02	2,18E+00 +/- 2,10E-01
<sup>60</sup> Co	Bq/L	<2,90E-03	4,80E-02 +/- 6,00E-03
<sup>94</sup> Nb	Bq/L	<2,50E-03	<5,80E-03
<sup>108m</sup> Ag	Bq/L	<2,40E-03	<5,90E-03
<sup>110m</sup> Ag	Bq/L	<2,90E-03	<6,30E-03
<sup>129</sup> I	Bq/L	<5,40E-03	<3,30E-02
<sup>134</sup> Cs	Bq/L	<2,80E-03	<5,70E-03
<sup>137</sup> Cs	Bq/L	8,40E-03 +/- 3,40E-03	2,26E+00 +/- 1,80E-01
<sup>210</sup> Pb	Bq/L	3,70E-01 +/- 1,00E-01	1,51E+03 +/- 1,60E+02
<sup>212</sup> Pb	Bq/L	<5,80E-03	4,27E+00 +/- 3,70E-01
<sup>214</sup> Pb	Bq/L	<1,20E-01	8,80E+00 +/- 1,30E+00
<sup>226</sup> Ra	Bq/L	<1,20E-01	8,80E+00 +/- 1,30E+00
<sup>228</sup> Ra	Bq/L	<1,20E-02	3,06E+00 +/- 1,30E-01
<sup>228</sup> Ac	Bq/L	<1,20E-02	3,06E+00 +/- 1,30E-01
<sup>234</sup> Th	Bq/L	<5,50E-02	<1,40E-01
<sup>235</sup> U	Bq/L	<4,00E-02	3,50E-01 +/- 6,00E-02
<sup>241</sup> Am	Bq/L	<4,70E-03	5,90E-01 +/- 7,00E-02
<sup>234</sup> U	Bq/L	1,23E-02 +/- 4,30E-03	3,10E-02 +/- 1,00E-02
<sup>235</sup> U	Bq/L	6,90E-04 +/- 4,00E-04	2,10E-03 +/- 9,00E-04
<sup>238</sup> U	Bq/L	1,19E-02 +/- 4,20E-03	3,00E-02 +/- 1,00E-02
<sup>238</sup> Pu	Bq/L	2,50E-03 +/- 9,00E-04	9,70E-01 +/- 7,00E-02
<sup>239-240</sup> Pu	Bq/L	<4,00E-04	1,53E-01 +/- 1,30E-02
<sup>241</sup> Am	Bq/L	<3,00E-04	1,04E-02 +/- 6,00E-04
<sup>244</sup> Cm	Bq/L	<2,00E-04	<1,00E-05
<sup>226</sup> Ra	Bq/L	<7,00E-03	
<sup>3</sup> H	Bq/L	3,60E+01 +/- 7,00E+00	<7,10E-01
<sup>14</sup> C	Bq/L	2,00E+01 +/- 1,40E+01	<2,60E-01
<sup>36</sup> Cl	Bq/L	<2,00E-01	3,00E-01 +/- 2,00E-01
<sup>151</sup> Sm	Bq/L	<1,30E-01	<1,60E-01
<sup>99</sup> Tc	Bq/L	<1,50E-01	<1,20E-01
<sup>63</sup> Ni	Bq/L	<8,20E-02	<7,00E-02
<sup>90</sup> Sr	Bq/L	<5,00E-02	<3,60E-02
<sup>241</sup> Pu	Bq/L	<1,60E-02	6,00E-02 +/- 2,50E-02
<sup>59</sup> Ni	Bq/L	<1,20E-01	<3,00E-01
<sup>232</sup> Th	Bq/L	<1,00E-02	2,00E-02 +/- 1,40E-02

Le Tableau 4.2-17 présente les relâchements annuels en alpha global, bêta global et tritium aux points BRS0 et BRS0bis ainsi que les volumes associés depuis 2007.

Tableau 4.2-17 Relâchements annuels (alpha global, bêta global, 3H) au BRS0 et BRS0bis depuis 2007

BRS0	Unité	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Relâchement $\alpha$ global	Bq	1,71E+05	2,08E+05	1,55E+05	1,52E+05	7,90E+04	3,25E+04	1,90E+04	1,40E+04	1,40E+04	1,20E+04
Relâchement $\beta$ global	Bq	2,79E+06	2,79E+06	2,63E+06	3,31E+06	1,65E+06	8,03E+05	6,81E+05	5,36E+05	5,84E+05	5,52E+05
Relâchement <sup>3</sup> H	Bq	3,77E+09	3,59E+09	2,91E+09	2,57E+09	2,74E+09	2,96E+09	2,38E+09	1,29E+09	1,52E+09	1,18E+09
Volumes collectés	(m <sup>3</sup> )	304,15	308,70	306,30	334,80	134,40	13,80	13,10	10,85	10,80	9,95

BRS0bis	Unité	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Relâchement $\alpha$ global	Bq	7,70E+04	4,30E+04	4,80E+04	5,30E+04	3,00E+04	2,20E+04
Relâchement $\beta$ global	Bq	1,86E+06	6,03E+06	2,47E+06	2,95E+06	3,23E+06	2,35E+06
Relâchement <sup>3</sup> H	Bq	2,87E+07	6,63E+07	4,20E+07	3,01E+07	2,62E+07	2,84E+07
Volumes collectés	(m <sup>3</sup> )	164,35	526,80	436,25	502,90	404,00	327,75

En 2016, au point de contrôle BRS0, les relâchements d'activité alpha, bêta, tritium baissent par rapport à 2015.

Au BRS0bis, les relâchements d'activités alpha et bêta diminuent ; le relâchement d'activité tritium augmente légèrement. Ces faibles évolutions constatées entre 2015 et 2016 s'inscrivent dans une tendance pluriannuelle à la baisse.

## 4.2.4.3 Suivi physico-chimique aux exutoires BRSO et BRSObis

Point de contrôle BRSO

Les analyses physico-chimiques sur les effluents du RSGE au point BRSO sont effectuées sur un prélèvement ponctuel semestriel réalisé au moment de la vidange de cuve ; les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-21**.

Les teneurs en baryum (23 et 20 µg/L) sont similaires à celles retrouvées dans le drainage de la couverture (RP300) et peuvent donc être liées à la géochimie des matériaux de la couverture.

La présence significative et récurrente d'uranium (60 et 57 µg/L), de chrome (46 et 43 µg/L) et de cyanures (11 et 12 µg/L) ainsi que du plomb au premier semestre (10 µg/L) est notée. Ces éléments ont été recensés dans l'inventaire physico-chimique du Centre et sont considérés comme des toxiques chimiques prioritaires.

Point de contrôle BRSOBIS

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-22**.

Le suivi physico-chimique des « effluents à risque » avant vidange des cuves montre que la qualité de ces effluents est conforme aux limites réglementaires fixées par l'arrêté rejet au BDS [REF 2].

Seul le bore est mesuré systématiquement à des teneurs significatives, variant de 12 à 19 µg/L, ce qui reste largement en deçà de la limite réglementaire de 5000 µg/L fixée à l'exutoire BDS.

## 4.2.4.4 Conclusions et interprétations

**Les volumes d'effluents drainés par le RSGE et le RSGEbis présentent des tendances opposées par rapport à la pluviométrie :**

- le volume d'eau comptabilisé dans le RSGE est stable voire en légère baisse et peu impacté par la pluviométrie, 9,95 m<sup>3</sup> soit 0,083 L/m<sup>2</sup>/an,
- le volume d'eau comptabilisé dans le RSGEbis est fortement influencé par la pluviométrie, 328 m<sup>3</sup> soit 2,73 L/m<sup>2</sup>/an.

Le RSGE drainant 107 BRS et présentant un faible volume atteste du bon comportement de l'étanchéité de la couverture. Le RSGEbis drainant 3 BRS subit l'influence d'entrées d'eaux parasites avec une tendance du rapport  $V_{RSGE} + V_{RSGEbis}$  sur pluviométrie en très légère baisse par rapport à 2015 (0,24 %). Cet indicateur, qui se situait aux alentours de 0,18 % jusqu'en 2009, traduit une aggravation des infiltrations d'eaux entre 2009 et 2012. Les travaux d'amélioration de la récupération des eaux de ruissellement par le réseau pluvial ont pu avoir un effet bénéfique sur les BRS114 et BRS149. Ce point reste à consolider en 2017.

Le principal radioélément artificiel présent dans les effluents du RSGE est le tritium ; on trouve également à un niveau plus faible les <sup>14</sup>C, <sup>137</sup>Cs, <sup>63</sup>Ni, <sup>36</sup>Cl, <sup>99</sup>Tc, <sup>90</sup>Sr, <sup>60</sup>Co, et sous forme de traces <sup>238</sup>Pu, <sup>239/240</sup>Pu. D'autres RN comme <sup>226</sup>Ra et les transuraniens sont également détectés à un faible niveau.

L'activité bêta au RSGEbis vient majoritairement de la présence de <sup>14</sup>C (de 16 à 81 Bq/L) influençant le comptage bêta à hauteur de 10 à 15 %. En période de fort drainage, le lessivage des abords du regard RS100 provoque ponctuellement des activités radiologiques conséquentes sur les matières en suspension entraînées vers le RSGEbis.

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

#### 4.2.5 Suivi des BRS en amont des exutoires

##### 4.2.5.1 Généralités

Pour rappel, les bacs de collecte BRS, raccordés au collecteur du RSGE, sont au nombre de 107 :

- 39 situés dans le RSGE Sud et le RSGE Est sont reliés à la branche Est du collecteur,
- 68 situés dans le RSGE Ouest et le RSGE central sont reliés à la branche Ouest.

Les BRS002, BRS114 et BRS149 situés dans les galeries Est et Sud sont raccordés au RSGEbis.

Conformément au PRS [REF 4], ils font l'objet d'une campagne annuelle d'échantillonnage pour ceux contenant de l'eau en quantité suffisante au regard des analyses à effectuer. Cette campagne a été menée du 24 octobre 2016 au 26 octobre 2016. Depuis 2010, la surveillance du débit des BRS a été renforcée par des campagnes de mesures à fréquence trimestrielle. En 2016, elles se sont déroulées :

- du 15 au 17 mars 2016,
- du 07 au 08 juin 2016,
- du 20 au 22 septembre 2016,
- du 12 au 13 décembre 2016.

Cette surveillance trimestrielle, complémentaire à celle annuelle et réglementaire telle que précisée dans le PRS [REF 4], intervient dans le cadre des engagements pris par l'Andra lors de l'instruction du rapport de sûreté 2009. L'objectif de cette surveillance complémentaire vise à détecter d'éventuelles variations saisonnières du débit des BRS, notamment ceux de la galerie centrale. Les BRS ainsi identifiés feront, par ordre d'importance, l'objet d'investigations pour en déterminer les causes.

##### 4.2.5.2 BRS en galeries Ouest et centrale – exutoire BRS Ouest

###### Suivi des volumes

Le **Tableau 4.2-18** présente les débits mesurés aux principaux BRS dans des galeries Ouest et centrale lors des campagnes trimestrielles et lors de la campagne annuelle. Ce tableau précise également le débit moyen calculé sur les cinq mesures effectuées en 2016, ainsi que la comparaison entre la somme des débits mesurés sur chacun des BRS présentant un écoulement et la mesure du débit faite dans le même temps à l'exutoire BRS Ouest.

**Tableau 4.2-18 Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Ouest et centrale**

N° BRS	Evolution des débits des BRS en galerie Ouest et centrale					débit moyen
	mars-16	juin-16	sept-16	oct-16	déc-16	
Galerias Ouest et centrale	mL/mn	mL/mn	mL/mn	mL/mn	mL/mn	mL/mn
136	0,79	0,59	0,50	0,66	0,99	0,71
27	1,15	1,15	1,12	0,67	1,22	1,06
141	0,07	0,07	0,17	0,09	0,06	0,09
34	1,14	0,77	0,58	0,44	0,90	0,77
145	0,06	0,07	0,19	0,11	0,06	0,10
41	12,29	4,75	0,45	0,49	2,52	4,10
139	0,86	0,53	0,50	0,49	0,64	0,60
137	-	-	0,02	0,02	0,09	0,04
10	-	-	-	-	-	-
109	-	-	0,06	-	-	0,06
144	0,74	0,65	0,58	0,61	0,76	0,67
143	0,01	0,11	0,12	0,04	0,05	0,07
22	1,29	0,01	-	-	-	0,65
71	-	-	-	-	-	-
108	0,62	0,09	0,11	0,08	0,16	0,21
110	-	0,01	-	-	-	0,01
8	0,34	0,24	0,17	0,16	0,26	0,23
159	-	-	-	-	-	-
72	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02
19	0,06	0,05	-	0,03	0,13	0,07
47	-	-	-	-	-	-
158	-	-	0,03	-	-	0,03
21	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-
142	-	-	-	-	-	-
154	-	-	-	-	-	-
100	0,03	-	0,07	-	-	0,05
101	0,02	0,01	-	-	-	0,02
7	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
155	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-
156	-	-	-	-	-	-
82	0,84	0,59	0,50	0,50	0,50	0,59
81	0,63	0,79	0,76	0,71	0,71	0,72
88	0,30	0,58	0,59	0,59	0,60	0,53
33	0,24	0,23	0,21	0,29	0,30	0,25
38	0,57	0,46	0,42	0,50	0,57	0,50
107	0,19	0,15	0,41	0,62	0,40	0,35
49	0,17	0,17	0,15	0,17	0,14	0,16
87	0,03	0,19	0,41	0,33	0,24	0,24
48	0,08	0,11	0,10	0,15	0,16	0,12
105	0,03	-	0,08	0,07	0,06	0,06
78	-	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02
52	-	-	-	-	-	-
106	-	-	-	-	-	-
38 bis	-	-	0,03	-	-	0,03
39	-	-	-	-	-	-
32	0,06	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06
37	-	-	-	-	-	-
86	0,01	-	-	-	-	0,01
24	-	0,03	0,03	-	0,03	0,03
46	-	-	-	-	-	-
83	-	-	-	-	-	-
Débit BRS-OU calculé	22,6	12,5	8,5	7,9	11,7	
Débit BRS-OU mesuré	28	14	15	16	12	

Les résultats des mesures trimestrielles de débit montrent que, sur les 68 BRS des galeries Ouest et centrale :

- 35 BRS contribuent à l'exutoire BRS Ouest et 2 BRS ont un débit moyen annuel  $\geq$  à 1mL/mn, les BRS027 et BRS041 ;
- 9 BRS présentent un débit entre 0,5 mL/mn et 1 mL/mn dont 4 en galerie centrale (BRS082, BRS081, BRS088, BRS038) et 5 en galerie Ouest (BRS136, BRS034, BRS139, BRS144, BRS022) ;
- 8 BRS présentent un débit entre 0,1 mL/mn et 0,5 mL/mn dont 5 en galerie centrale (BRS107, BRS049, BRS048, BRS087, BRS033) et 3 en galerie Ouest (BRS145, BRS108, BRS008).

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-OU sont présentées au **Tableau 7.4-17 (2/2)**.

En 2016 et comme pour les années précédentes, on note une relative stabilité des débits au BRS Ouest (0,020 L/mn en moyenne). Ceci confirme que cette branche du RSGE reste assez peu sensible à la pluviométrie, même si on relève ponctuellement une augmentation du débit au BRS Ouest en période de drainage intense (débit max à 0,030 L/mn en janvier 2016).

Le débit mesuré à l'exutoire BRS Ouest est pour chacune des campagnes trimestrielles, supérieur au débit calculé (somme du débit de chacun des BRS). Les causes probables sont l'effet retard de la circulation des effluents dans le collecteur du RSGE entre la sortie des BRS et l'arrivée à l'exutoire BRS Ouest, ainsi que les conditions de ventilation des galeries qui influent sur l'écoulement gravitaire de ces effluents.

Cette observation est consolidée par le calcul du débit moyen au BRS0 (exutoire des BRS Ouest et Est) : sur la base du volume annuel comptabilisé dans les cuves N°2 et N°4 (9,95 m<sup>3</sup>), le débit moyen calculé au BRS0 est de 19 mL/mn alors que le débit moyen mesuré au BRS Ouest est de 20 mL/mn.

La contribution du BRS Ouest au BRS0 représentant environ 80 %, le débit moyen au BRS Ouest devrait être aux alentours de 15 mL/mn.

Sur cette base, le volume d'effluents drainés par le BRS Ouest représente environ 8 m<sup>3</sup>.

#### Contrôle radiologique

Les analyses radiologiques des eaux du RSGE aux points exutoires des branches Ouest et centrale sont réalisées sur des prélèvements ponctuels hebdomadaires associés à des mesures de débit instantané au BRS-OU : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-17 (2/2)**.

A partir de ces résultats, le **Tableau 4.2-19** récapitule l'ensemble des activités volumiques et concentrations moyennes (pondérées par les débits) calculées pour l'année 2016.

**Tableau 4.2-19 Activités volumiques moyennes aux BRS-OU (exutoire des galeries ouest et centrale) en 2016**

	$\alpha$ ( Bq/L )	$\beta$ ( Bq/L )	$^3\text{H}$ (Bq/L)	Potassium ( mg/L )	pH
<b>BRS-OU</b>	1,28E+00	6,28E+01	1,77E+05	9,39E+02	8,1

Les activités volumiques moyennes alpha, tritium au point de contrôle BRS Ouest baissent par rapport à 2015 (1,45 Bq/L en alpha ; 1,83.10<sup>5</sup> Bq/L en tritium). L'activité volumique moyenne bêta augmente par rapport à 2015 en cohérence avec l'augmentation de la teneur en potassium à cet exutoire.

Le détail par BRS des résultats des analyses radiologiques issues des prélèvements réalisés lors de la campagne annuelle est donné dans les **Tableau 7.4-16 (1/4) et (2/4)**.

En prenant en compte le couple activité tritium - débit, les BRS majoritaires contribuant au relâchement tritium au BRS Ouest sont, par galerie, les suivants (les BRS contribuant le plus sont pointés en gras) :

- pour la galerie Ouest : **BRS136** (670 000 Bq/L), **BRS139** (132 500 Bq/L), **BRS027** (67 000 Bq/L), BRS041 (18 600 Bq/L) ;  
l'activité tritium moyenne pondérée par le débit des BRS de la galerie Ouest est de 457 000 Bq/L en hausse par rapport à 2015. On note également l'augmentation entre 2015 et 2016 des flux de tritium au BRS141, BRS143 et BRS145.
- pour la galerie centrale : **BRS088** (153 000 Bq/L), **BRS107** (106 000 Bq/L), **BRS087** (91 100 Bq/L), BRS081 (85 000 Bq/L), BRS082 (85 000 Bq/L) ;  
l'activité tritium moyenne pondérée par le débit des BRS de la galerie centrale est 209 532 Bq/L.

Le BRS145 demeure le point de contrôle le plus fort en activité bêta (1000 Bq/L) de la galerie Ouest. Les analyses radiochimiques réalisées les années précédentes ont montré que cette activité provient essentiellement du <sup>137</sup>Cs.

Le BRS106 dont le débit est très très faible (0<sup>+</sup>) est le BRS de la galerie centrale montrant l'activité radiologique bêta la plus élevée (1080 Bq/L) mais influencée fortement par le potassium (28 500 mg/L). En 2016, l'Andra a réalisé une analyse radiochimique sur le BRS106 ; les résultats confirment la présence majoritaire du potassium 40 (1790 Bq/L) ainsi que du plomb 210 (129 Bq/L) et du césium 137 (31 Bq/L) **Tableau 4.2-20**.

**Tableau 4.2-20 Résultats des analyses radiologiques au BRS106**

Paramètre	Unités	BRS106
Date		29/06/2016
Débit	mL/mn	0+
<sup>40</sup> K	Bq/L	1,79E+03 +/- 1,50E+02
<sup>60</sup> Co	Bq/L	<6,00E-01
<sup>94</sup> Nb	Bq/L	<4,00E-01
<sup>108m</sup> Ag	Bq/L	<4,00E-01
<sup>110m</sup> Ag	Bq/L	<4,00E-01
<sup>129</sup> I	Bq/L	<9,00E-01
<sup>134</sup> Cs	Bq/L	<4,00E-01
<sup>137</sup> Cs	Bq/L	3,13E+01 +/- 2,80E+00
<sup>210</sup> Pb	Bq/L	1,29E+02 +/- 1,70E+01
<sup>212</sup> Pb	Bq/L	<6,00E-01
<sup>214</sup> Pb	Bq/L	2,80E+01 +/- 7,00E+00
<sup>226</sup> Ra	Bq/L	2,80E+01 +/- 7,00E+00
<sup>228</sup> Ra	Bq/L	<1,80E+00
<sup>228</sup> Ac	Bq/L	<1,80E+00
<sup>234</sup> Th	Bq/L	6,20E+01 +/- 6,00E+00
<sup>235m</sup> U	Bq/L	2,29E+00 +/- 4,60E-01
<sup>241</sup> Am	Bq/L	<7,00E-01

#### 4.2.5.3 BRS en galeries Est et Sud – exutoire BRS Est

##### Suivi des volumes

Le **Tableau 4.2-21** présente les débits mesurés aux principaux BRS dans les galeries Est et Sud lors des campagnes trimestrielles et lors de la campagne annuelle. Ce tableau précise également le débit moyen calculé sur les cinq mesures effectuées en 2016, ainsi que la comparaison entre la somme des débits mesurés sur chacun des BRS et la mesure du débit faite dans le même temps à l'exutoire BRS Est.

**Tableau 4.2-21 Mesures trimestrielles et annuelle des débits des BRS des galeries Est et Sud**

N° BRS	Evolution des débits des BRS en galerie Est et Sud					débit moyen mL/mn
	mars-16 mL/min	juin-16 mL/min	sept-16 mL/min	oct-16 mL/min	déc-16 mL/min	
<b>Galeries Est et Sud</b>						
2	780	200	240	180	640	408
126	0,65	0,74	1,33	0,69	0,61	0,80
123	0,97	0,86	1,83	2,05	0,72	1,29
124	0,45	0,30	0,91	0,93	0,43	0,60
122	0,05	0,11	0,22	0,20	0,09	0,13
120	-	-	-	-	-	-
125	0,07	0,08	0,13	0,08	0,01	0,07
23	-	-	0,48	-	-	0,48
44	0,01	-	-	-	-	0,01
102	-	-	-	-	-	-
119	-	-	-	-	-	-
131	0,16	0,17	0,19	0,17	0,16	0,17
117	0,04	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02
128	0,37	0,08	0,25	0,11	0,07	0,18
130	0,01	0,00	0,02	0,04	0,03	0,02
132	0,01	0,02	0,02	0,00	0,04	0,02
111	0,02	0,01	-	-	-	0,02
112	0,02	0,01	0,01	-	-	0,01
113	0,01	-	-	-	-	0,01
129	-	-	0,23	0,03	0,03	0,10
133	-	-	-	-	-	-
134	-	-	-	-	-	-
149	120	-	-	-	40	80
114	-	-	-	-	-	-
Débit BRS-ES calculé	2,8	2,4	5,7	4,3	2,2	
Débit BRS-ES mesuré	6	4	4	3	3	

Les résultats des mesures trimestrielles de débit montrent que sur les 39 BRS des galeries Est et Sud raccordés au RSGE :

- 16 BRS contribuent à l'exutoire BRS Est dont 1 BRS avec un débit moyen annuel  $\geq$  à 1 mL/mn, le BRS123 ;
- 2 BRS présentent un débit entre 0,5 mL/mn et 1 mL/mn (BRS126, BRS124) ;
- 4 BRS présentent un débit entre 0,1 mL/mn et 0,5 mL/mn (BRS122, BRS023, BRS131, BRS128).

Comme observé au BRS Ouest, le débit mesuré au BRS Est est, pour les mêmes causes, supérieur au débit calculé.

Les mesures ponctuelles hebdomadaires de débit à l'exutoire BRS-ES sont présentées au **Tableau 7.4-17 (1/2)**.

Depuis le détournement vers le RSGEbis des BRS002, BRS114 et BRS149, le débit mesuré au BRS-ES montre lui aussi une relative stabilité (0,005 L/mn en moyenne).

Sur la base du débit moyen mesuré au BRS-ES et d'une contribution à hauteur de 20 % du volume annuel au BRS0, la part des effluents drainés à l'exutoire BRS Est (BRS-ES) venant de la branche Est du RSGE représente environ 2 m<sup>3</sup>.

#### Contrôle radiologique

Les analyses radiologiques des eaux du RSGE à l'exutoire de la branche Est (BRS-ES) sont réalisées sur des prélèvements ponctuels hebdomadaires associés à des mesures de débit instantané : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-17 (1/2)**.

A partir de ces résultats, le **Tableau 4.2-22** récapitule l'ensemble des activités volumiques et concentrations moyennes (pondérées par les débits) calculées pour l'année 2016.

**Tableau 4.2-22 Activités volumiques moyennes aux BRS-ES (exutoire des galeries Est et Sud) en 2016**

	$\alpha$ ( Bq/L )	$\beta$ ( Bq/L)	$^3\text{H}$ (Bq/L)	Potassium ( mg/L)	pH
<b>BRS-ES</b>	1,45E+00	4,00E+01	2,73E+04	1,02E+03	9,3

Les activités volumiques moyennes alpha et bêta au point de contrôle BRS-ES baissent par rapport à 2016 (2,06 Bq/L en alpha ; 47,7 Bq/L en bêta ; 4,15 10<sup>4</sup> Bq/L en tritium).

Le détail par BRS des résultats des analyses radiologiques issues des prélèvements réalisés lors de la campagne annuelle est donné dans le **Tableau 7.4-16 (3/4) et (4/4)**.

En prenant en compte le couple activité tritium – débit, les BRS majoritaires contribuant au relâchement tritium au BRS-ES sont les suivants (les BRS contribuant le plus sont pointés en gras) :

- pour la galerie Est : **BRS124** (27 600 Bq/L), **BRS123** (24 800 Bq/L), **BRS122** (78 000 Bq/L) ;  
l'activité tritium moyenne pondérée par le débit des BRS de la galerie Est est de 18 900 Bq/L.
- pour la galerie Sud : **BRS131** (146 000 Bq/L) ;  
l'activité tritium moyenne pondérée par le débit des BRS de la galerie Ouest est 73 401 Bq/L.

#### 4.2.5.4 Etudes particulières : recherche de l'origine des infiltrations parasites vers les BRS

##### Les BRS parasités par des infiltrations en bordure et reliés au BRS0bis

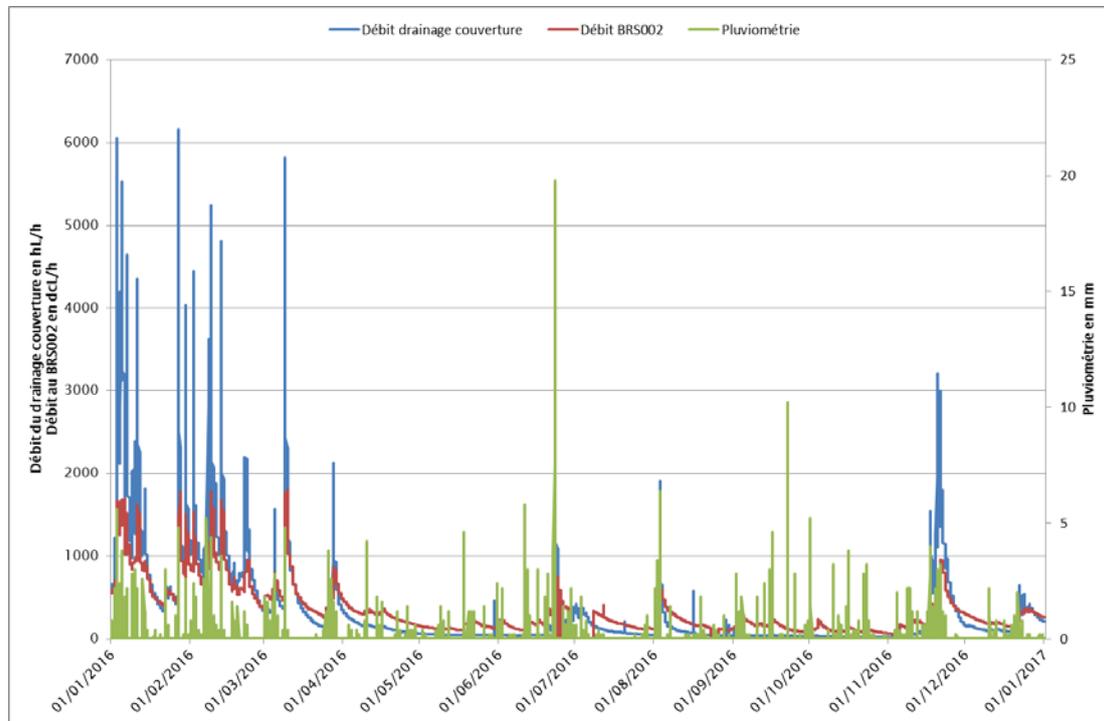
##### BRS002

Les expertises déjà réalisées sur le BRS002 montrent que :

- la part des eaux drainées par le BRS002 (environ 290 m<sup>3</sup>)<sup>4</sup> représente environ 88 % du volume comptabilisé au point de contrôle BRS0bis, exutoire du RSGEbis (328 m<sup>3</sup>) ;
- les jointures entre les éléments du caniveau du réseau pluvial de la voirie périphérique à l'angle Nord-Est sont des entrées d'eau alimentant le débit du BRS002 (Cf. bilan annuel 2013 [Réf.13]) ;
- les courbes de débit du BRS002 et de l'exutoire des eaux de drainage de la couverture (RP300) présentent des évolutions similaires, montrant ainsi que le drainage sur membrane du panneau 102 Est et ou 101 Est contribue au débit mesuré au BRS002 (**Figure 4-6**) ;
- l'intégrité du collecteur périphérique DN700 mm du drainage de la couverture à l'angle Nord-est a été testée par des mises en charge. Les eaux circulant dans ce collecteur n'impactent pas le débit mesuré au BRS002. Il en est de même pour les eaux pluviales circulant dans le collecteur DN1000 mm du réseau pluvial qui n'interfère pas avec le BRS002 ;
- l'arrosage du talus derrière la chambre de drainage CD5 et derrière la chambre pluviale CP20 ne génère pas de hausse du débit au BRS002.

<sup>4</sup> L'estimation du volume annuel au BRS002 est réalisée en sommant les volumes horaires comptabilisés par le débitmètre à augets basculeurs installé sur ce BRS dans le cadre de l'expertise liée aux infiltrations.

La **Figure 4-6** illustre l'influence des eaux de drainage de la couverture et de la pluie sur les débits mesurés au BRS002.



**Figure 4-6** Evolution en 2016 des débits au BRS002, du drainage de la couverture et de la pluviométrie mesurée au PLA Est

Les travaux réalisés en 2016 afin de déterminer les chemins de circulation des infiltrations d'eau parasite ont consisté en :

- l'arrosage des talus 101 Est et 102 Est, le 23 mars 2016 de 09h30 à 15h00 ;
- la mise en charge des drains sur membrane de pied de talus 200BE101 et 200BE102 entre les chambres de drainage CD4 et CD5, le 30 mai 2016 entre 09h15 et 11h35 ;
- l'injection d'eau dans les drains sur membrane (200BE101 et 200BE102) de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est le 20 juillet 2016 ;
- l'injection d'eau dans le drain de toit 200HE102-103 en crête de talus des panneaux 102 Est et 103 Est le 26 août 2016 ;
- l'injection d'eau dans le drain de toit 200HE102-103 derrière la chambre de drainage CD5 le 29 août 2016 ;
- la mise en charge du drain de pied de talus 200BE102 du panneau 102 Est depuis la chambre de drainage CD5 le 30 août 2016 ;
- la mise en charge du drain de pied de talus 200BE101 du panneau 101 Est depuis la chambre de drainage CD4 le 01 septembre 2016 ;
- l'arrosage du talus et du pied de talus du panneau 101 Est devant la chambre de drainage CD4 le 03 octobre 2016.

Arrosage des talus 101 Est et 102 Est, le 23 mars 2016 de 09h30 à 15h00

L'arrosage du talus n'a pas eu d'impact sur les débits mesurés au BRS002 (Figure 4-7), ce qui pourrait signifier que :

- l'écoulement gravitaire de ces eaux s'est effectué en aval du point d'entrée des infiltrations vers le BRS002 identifiées au niveau du caniveau pluvial;
- la membrane bitumineuse au droit de la zone d'arrosage dans le talus (¾ dans la pente au pied) ne devrait pas présenter pas de désordres (trous, défaut de soudage) ;
- les volumes d'eau infiltrés vers le drainage couverture ont été drainés par les drains de pied de talus sans perte de charge vers le BRS002.

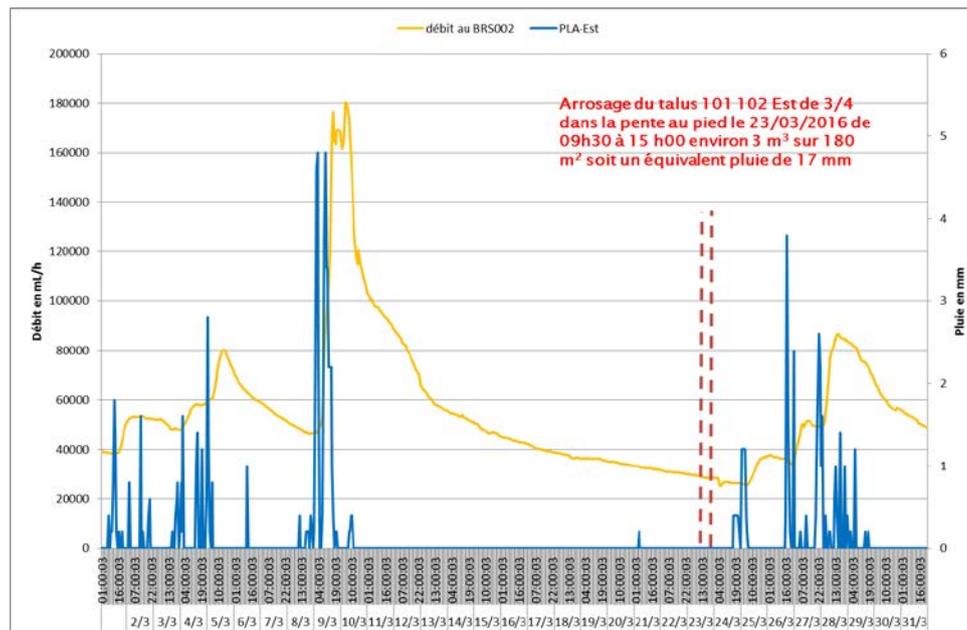


Figure 4-7 Evolution du débit du BRS002 et de la pluie le 23 mars 2016

Mise en charge des drains sur membrane de pied de talus 200BE101 et 200BE102 entre les chambres de drainage CD4 et CD5, le 30 mai 2016 entre 09h15 et 11h35

Cette opération a été réalisée en injectant une forte quantité d'eau, entre 10 et 15 m<sup>3</sup>.

La mise en charge hydraulique du drain sur membrane de pied de talus entre les chambres de drainage CD5 et CD4 provoque, avec un retard de quelques heures, une augmentation du débit mesuré au BRS002 (Figure 4-8).

En tenant compte des conclusions précédentes inhérentes à l'arrosage des ¾ du talus montrant l'absence d'impact sur les écoulements mesurés au BRS002 et l'absence de défaut d'intégrité de la membrane au droit de cette zone, l'hypothèse la plus probable pour expliquer les débits mesurés au BRS002 du secteur expertisé est le débordement localisé du fossé sur membrane de pied de talus.

Ce débordement pourrait être dû à un affaissement de la membrane en bord de fossé ou de talus lié à une déstructuration des terrains ou à une mise en charge du drain sur membrane de pied de talus trop haute.

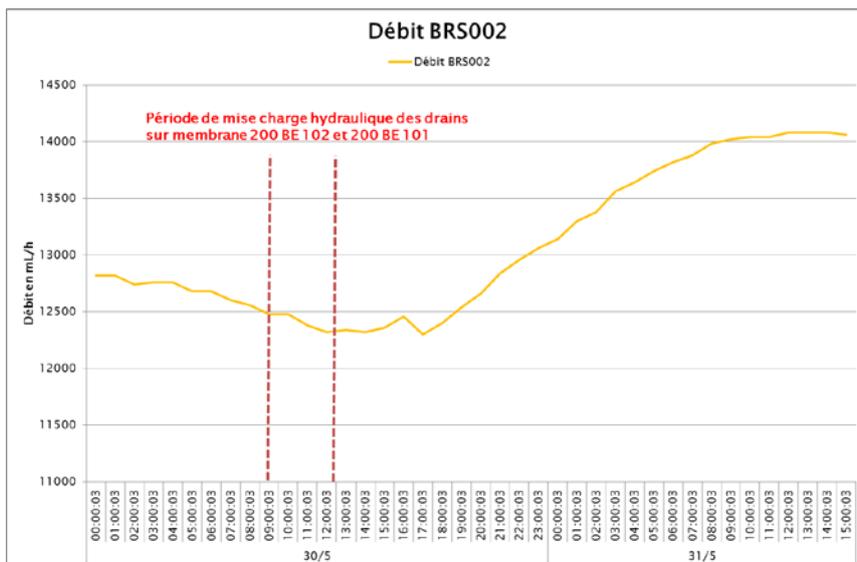


Figure 4-8 Evolution du débit du BRS002 le 30 mai 2016

Injection d'eau dans les drains sur membrane (200BE101 et 200BE102) de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est, le 20 juillet 2016

Cet essai a consisté à introduire dans le drain sur membrane de pied talus un tuyau d'arrosage jusqu'au niveau de la crête délimitant le drainage des talus 101 Est et 102 Est et à injecter à faible débit de l'eau vers les chambres de drainage CD4 et CD5.

L'injection d'eau dans les drains sur membrane 200BE102 et 200BE101 n'occasionne pas d'augmentation de débit au BRS002. Cette observation montre que la hausse du débit au BRS002, constatée lors de la mise en charge réalisée le 30 mai 2016, était probablement due à un niveau d'eau en charge plus haut que le fossé, engendrant le débordement et la récupération de ces infiltrations au niveau du BRS002 via le RS100.

Injection d'eau dans le drain de toit 200HE102-103 en crête de talus des panneaux 102 Est et 103 Est, le 26 août 2016

Cette injection n'a pas d'incidence sur le débit du BRS002 (Figure 4-9).

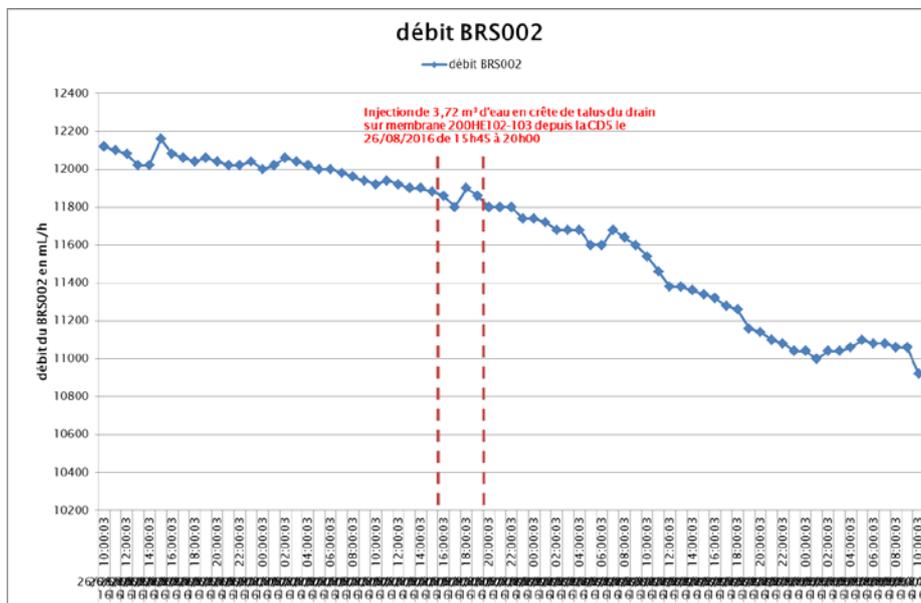


Figure 4-9 Evolution du débit du BRS002 le 26 août 2016

Injection d'eau dans le drain de toit 200HE102-103 derrière la chambre de drainage CD5, le 29 août 2016

Cette mise en charge n'a pas d'impact sur le débit du BRS002 (Figure 4-10).

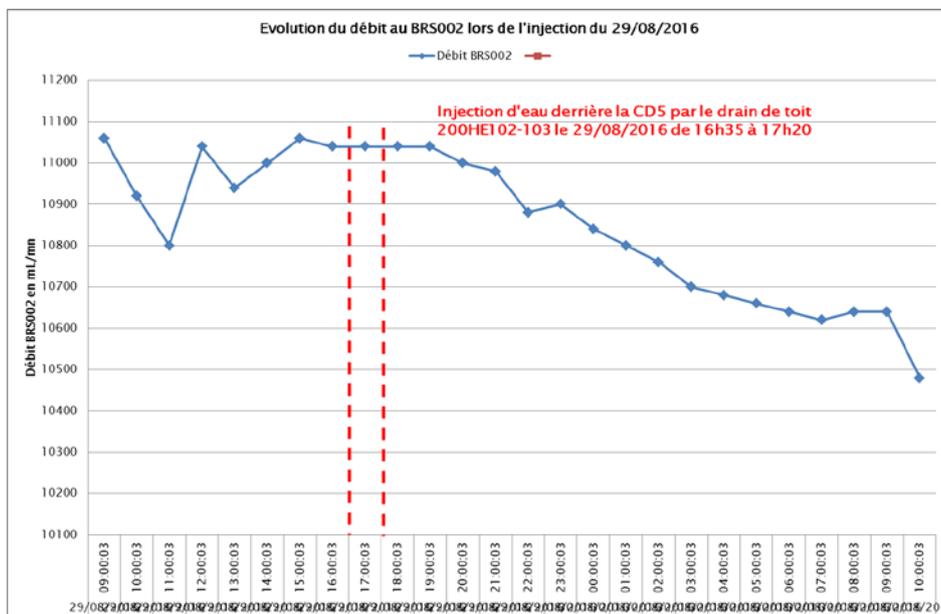


Figure 4-10 Evolution du débit du BRS002 le 29 août 2016

Mise en charge du drain de pied de talus 200BE102 du panneau 102 Est depuis la chambre de drainage CD5, le 30 août 2016

La mise en charge du drain de pied de talus 200BE102 depuis la chambre de drainage CD5 jusqu'à l'écoulement du trop-plein par le drain de pied de talus 200BE101 vers la chambre de drainage CD4 a généré une augmentation du débit au BRS002 (Figure 4-11). Cette opération a été inspectée par caméra.

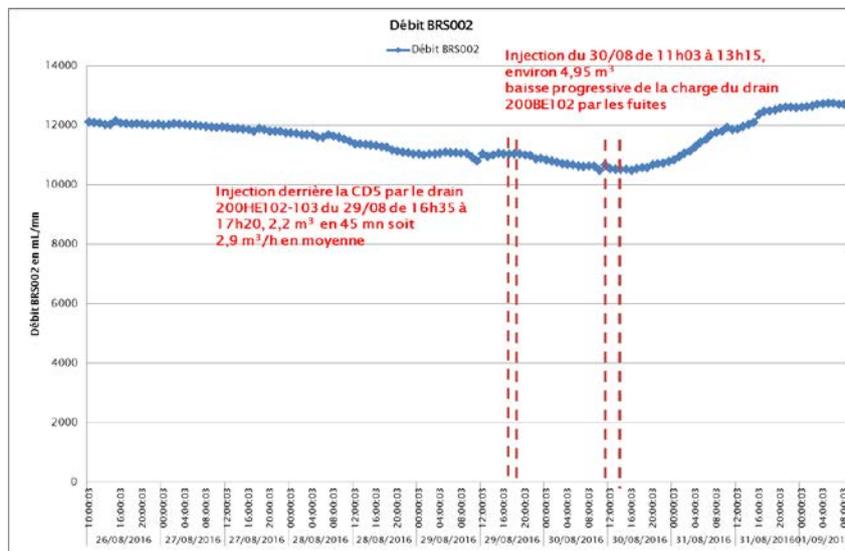


Figure 4-11 Evolution du débit du BRS002 les 29 août et 30 août 2016

Mise en charge du drain de pied de talus 200BE101 du panneau 101 Est depuis la chambre de drainage CD4, le 01 septembre 2016

La mise en charge du drain sur membrane de pied de talus 200BE101 depuis la chambre de drainage CD4 n'a pas généré de débordement de trop-plein par le drain sur membrane de pied de talus 200BE102 vers la chambre de drainage CD5. Par contre, elle a conduit à une augmentation rapide du débit au BRS002. Cette opération a également été inspectée par caméra (Figure 4-12).

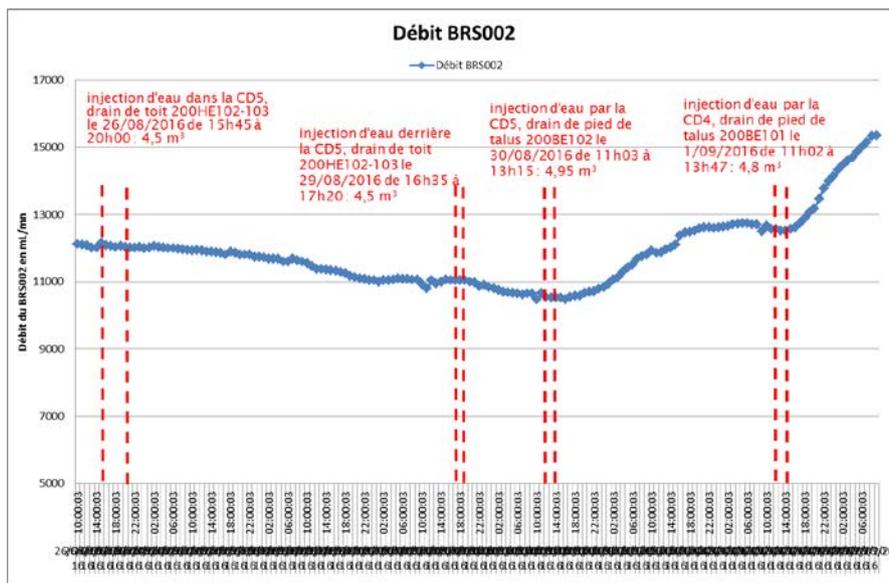
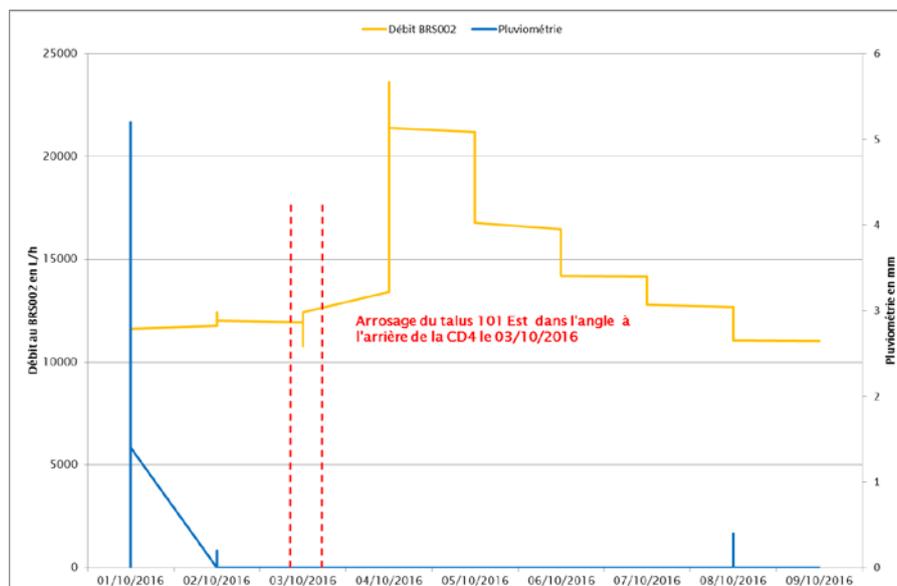


Figure 4-12 Evolution du débit du BRS002 entre le 26 août et le 01 septembre 2016

Arrosage du talus et du pied de talus du panneau 101 Est devant la chambre de drainage CD4, le 03 octobre 2016

L'arrosage de l'arrière de la chambre de drainage CD4 et de la crête de talus du panneau 101 Est a produit une augmentation du débit au BRS002 (**Figure 4-13**). Cette opération sera renouvelée en 2017, afin d'en consolider les conclusions et de mieux délimiter sur le talus la zone d'influence.

Cette observation est d'autant plus étonnante que la chambre de drainage CD4 est située en aval hydraulique du regard RS100, point d'entrée des infiltrations vers le BRS002.



**Figure 4-13 Evolution du débit au BRS002 et de la pluie le 03 octobre 2016**

### Conclusion

Les expertises réalisées les années précédentes ont montré que le caniveau pluvial de la voirie périphérique à l'angle Nord-Est était un point d'entrée aux infiltrations d'eau parasite mesurées au BRS002. L'espacement constaté sur les jointures entre les éléments de caniveaux et entre la voirie et la paroi latérale du caniveau favorise ces infiltrations. Pour y remédier, l'Andra a posé des bandes Combiflex sur les jointures entre les éléments et injecté un mortier souple entre le caniveau et la voirie.

Les expertises réalisées en 2016 identifient une deuxième contribution aux débits mesurés au BRS002 : le drain sur membrane de pied des talus 101 Est et 102 Est.

Cette observation rend cohérente la similitude des évolutions de débits au BRS002 et à l'exutoire du drainage de la couverture (Figure 4-6). Par ailleurs, le volume annuel mesuré au BRS002 (entre 300 et 500 m<sup>3</sup>) correspond plus à un bassin versant ayant pour exutoire le drain sur membrane de pied de talus que celui limité à la voirie en vis-à-vis des talus 101 Est et 102 Est.

Les inspections caméra du drain sur membrane de pied de talus ne montrant pas de déboîtement, il s'agirait plutôt d'un défaut d'étanchéité du fossé de pied de talus produit soit par un problème de raccordement de membrane à l'intérieur du fossé ou soit par des débordements liés à l'affaissement de la paroi extérieure du fossé.

La Figure 4-14 présente en coupe la circulation des eaux s'infiltrant vers le BRS002.

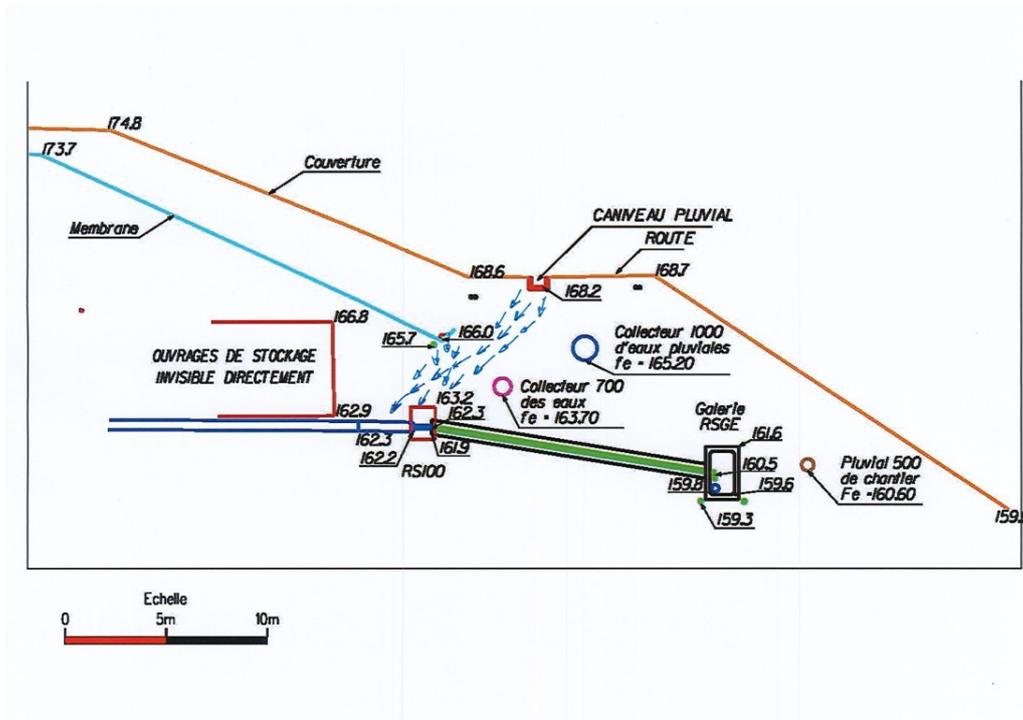


Figure 4-14 Schéma de circulation des eaux entre la surface et le BRS002

#### BRS114

Les expertises réalisées sur ce BRS ont mis en évidence des entrées d'eaux parasites depuis les caniveaux pluviaux de la route périphérique. En 2014 et en 2016, l'Andra a étanché les joints entre caniveaux par des bandes Combiflex et amélioré la récupération et le cheminement des eaux de ruissellement.

En 2015 et 2016, 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 trace d'humidité au fond du bac en inox servant de réceptacle au débitmètre.

#### Conclusion

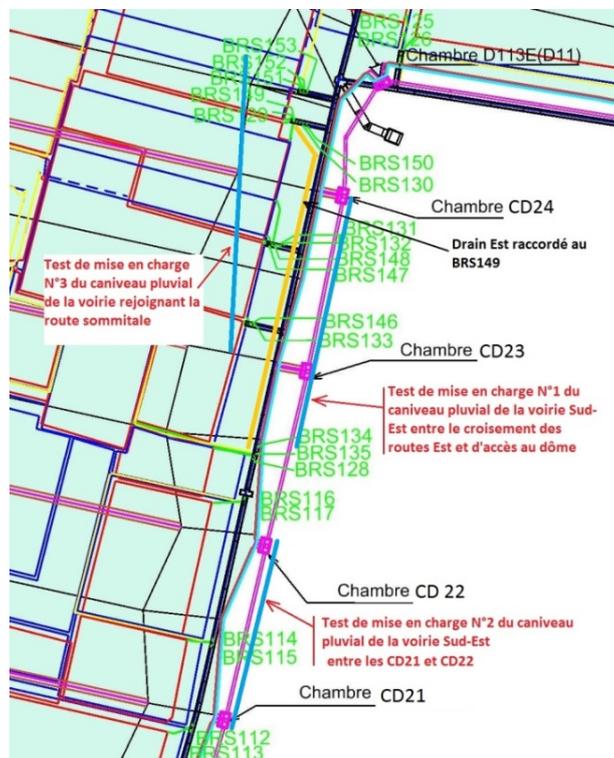
L'absence de débit constaté au BRS114 depuis la mise en place des bandes Combiflex consolide l'hypothèse jusqu'à présent émise que le réseau pluvial est exclusivement à l'origine des infiltrations d'eau drainées par le BRS114.

BRS149

Le BRS149 est alimenté par deux drains. L'un relativement court ( $\approx 6$  mètres) vient de l'ouvrage TBC, l'autre plus long ( $\approx 50$  mètres) draine le massif entre la galerie Sud du RSGE et la zone de stockage. Ce dernier drain dit « drain Est », qui lors d'une précédente inspection était obturé par des sédiments, a été contrôlé parfaitement dégagé lors d'une inspection caméra en décembre 2015. Cet auto-curage pourrait être lié à une réaction aux essais de mises en charges hydrauliques des caniveaux du réseau pluvial des voiries du secteur Sud-Est réalisés en 2015.

Par ailleurs, l'effet des mises en charge des caniveaux du réseau pluvial aux emplacement indiqués dans la **Figure 4-15** sur le débit du BRS149 n'est pas aussi évident que pour les BRS002 et BRS114. Il est probable que le cheminement de ces infiltrations vers le BRS149 soit plus long que ceux observés précédemment, lissant ainsi la réactivité hydraulique du BRS.

En 2016, l'Andra a étanché les jonctions entre les éléments de caniveaux du réseau pluvial et entre la voirie et la paroi latérale des caniveaux afin de diminuer les infiltrations d'eau.



**Figure 4-15** Schéma de la zone Sud-Est du Centre présentant les zones investiguées en novembre et décembre 2015

Les **Figure 4-16** et **Figure 4-17** présentent l'évolution des débits mesurés au BRS149 en fonction de la pluviométrie et du débit à l'exutoire du drainage de la couverture. La **Figure 4-16** montre que le débit du BRS149 plafonne à 10 L/h en saison de drainage intense et baisse progressivement avec l'essorage des terrains.

Après une période de quasi tarissement (**Figure 4-17**), sans pouvoir pour autant identifier le bénéfice lié aux travaux réalisés en 2016, les débits au BRS149 reprennent à partir de décembre. Le décalage entre l'évènement pluviométrique déclencheur et l'augmentation du débit est parfaitement observable sur la **Figure 4-17**.

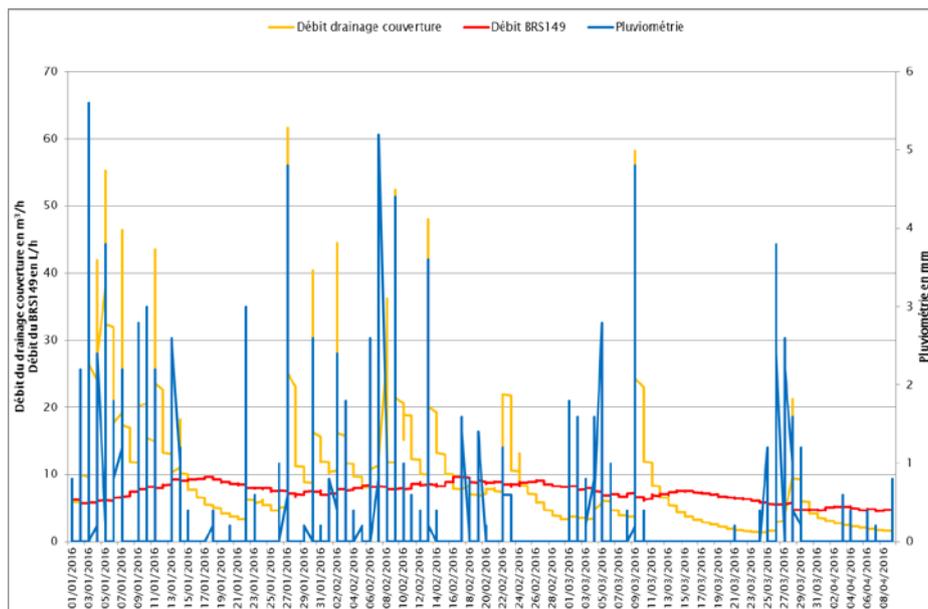


Figure 4-16 Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre janvier et avril 2016

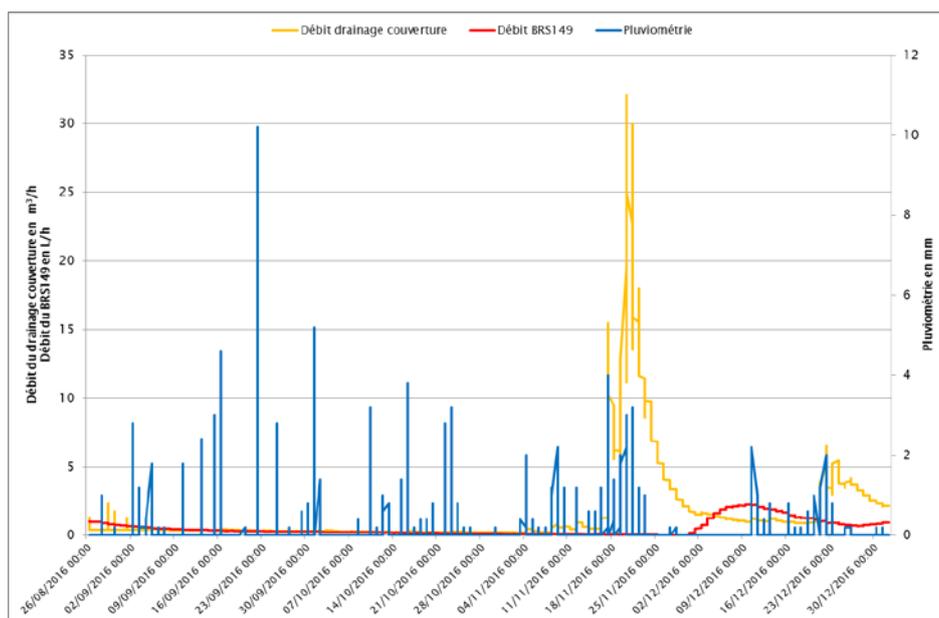


Figure 4-17 Evolution des débits au BRS149 en fonction des débits mesurés à l'exutoire du drainage couverture et de la pluviométrie entre août et décembre 2016

**Conclusion**

L'évolution des débits au BRS149 est caractéristique d'un phénomène de désaturation des terrains. Les potentielles entrées d'eau parasite liées à des défauts entre les éléments de caniveau du réseau pluvial ont été supprimées par la mise en place de bandes Combiflex. Le drain Est situé entre la galerie du RSGE et les ouvrages de stockage semble être une origine des débits mesurés au BRS149, ce qui semble plutôt indiquer un lien avec le réseau de drainage de la couverture.

Nous notons également la présence d'eau dans les antennes de la galerie Sud du RSGE. Pour rappel, cette dernière est située en bordure de la membrane bitumineuse.

### Les BRS de la tranche 2

En réponse à l'engagement E8 pris lors de l'instruction du RDS 2009 [REF 6], une analyse particulière a été engagée pour trouver une explication sur le comportement des BRS de la tranche 2.

**Rappel de l'engagement E8** : «L'Andra complètera les investigations relatives aux écoulements des BRS situés au droit de la tranche 2 de la couverture et analysera pourquoi ces BRS, notamment, présentent un comportement hydraulique différent de ceux situés au droit des autres tranches. Les résultats seront présentés dans les futurs bilans annuels de surveillance.»

#### Analyse du comportement des BRS de la tranche 2 :

Les **Tableau 4.2-23, Tableau 4.2-24, Tableau 4.2-25** présentent les mesures trimestrielles et annuelles de débits dans les BRS des tranches respectivement 2, 1 et 3. En regard des numéros de BRS, les codes des ouvrages de stockage drainés sont précisés, ainsi que les résultats des analyses radiologiques.

Sur la base du débit moyen pour l'ensemble des BRS de la tranche 2 (14 mL/mn), la part des effluents drainés par ces BRS représente 85 %<sup>5</sup> du volume calculé au BRS0 soit environ 7,13 m<sup>3</sup>. Les BRS de la tranche 2 participent donc majoritairement au volume drainé par le BRS0.

Toujours sur la base des débits moyens annuels par BRS, la répartition par galerie des volumes d'effluents drainés pour la tranche 2 n'est pas équitable :

- 1,5 m<sup>3</sup> pour les BRS de la galerie Est,
- 4,1 m<sup>3</sup> pour les BRS de la galerie Ouest,
- 1,5 m<sup>3</sup> pour les BRS de la galerie centrale,
- 0 m<sup>3</sup> pour les BRS de la galerie Sud.

L'examen des volumes drainés par les BRS de la tranche 2 fait ressortir ceux de la galerie Ouest qui comptabilisent le volume de plus important (4,1 m<sup>3</sup>), en particulier le BRS041 (environ 2,2 m<sup>3</sup>). L'Andra note également que ces BRS sont situés dans une partie de la galerie du RSGE où la présence d'eau au sol est régulièrement observée. Les infiltrations d'eau sont probablement dues au fait que la membrane bitumineuse ne recouvre pas complètement la galerie du RSGE qui reçoit donc des infiltrations depuis la surface. L'Andra a par ailleurs observé lors d'inspection caméra sur certains BRS de la galerie Ouest que la présence d'eau se limitait à la portion de collecteur située entre la galerie du RSGE et l'ancien RS de la phase d'exploitation.

Le comportement hydraulique des BRS de la tranche 2 n'est pas en soi très différent de celui des autres tranches. Il s'agit plus de leur situation plus enclavée sous la membrane bitumineuse (pour les BRS de la galerie centrale) qui rend l'interprétation plus compliquée.

L'Andra identifie comme origines possibles d'un débit mesuré sur un BRS :

- un défaut d'étanchéité de la membrane bitumineuse ;
- une infiltration d'eau en bordure de stockage dont le cheminement atteint un ancien RS placé entre l'ouvrage de stockage et le BRS actuel. L'infiltration en bordure peut avoir pour origine le réseau pluvial (caniveau de voirie, collecteur périphérique) ou le réseau de drainage de la couverture (drain sur membrane en périphérie des chambres de drainage, collecteur périphérique) ou des circulations en bordure lorsque la membrane bitumineuse ne recouvre pas entièrement les réseaux RS et les BRS ;
- une infiltration d'eau dont le cheminement atteint un BRS après avoir circulé dans les drains d'ouvrages de stockage situés en amont ;
- la combinaison d'une ou plusieurs des origines identifiées ci-dessus.

---

<sup>5</sup> Rapport sur la base du volume calculé à partir des débits moyens mesurés au BRS0 soit 8,42 m<sup>3</sup>.

La ventilation des galeries du RSGE ainsi que les phénomènes naturels de condensation et de convection apportent également 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 aussi par les BRS drainant les ouvrages de stockage.

Comportement des BRS sur les trois tranches :

Toujours sur la base des débits moyens annuels, la participation au volume total drainé par le BRS0 des BRS de la tranche 1 serait de 5 %, ceux de la tranche 3 de 10 %.

Les hypothèses justifiant le comportement différent des BRS de la tranche 2 par rapport à ceux des autres tranches sont les suivantes :

- la surface de la tranche 2 étant plus importante que celle des autres tranches (TR2 = 50 210 m<sup>2</sup>, TR1 = 26 350 m<sup>2</sup> ; TR3 = 34 010 m<sup>2</sup>) mécaniquement et de façon très théorique, en considérant un taux d'infiltration réel et uniforme au travers de la membrane, les BRS de la tranche 2 doivent drainer plus d'effluents que ceux des autres tranches.
- selon les hypothèses envisagées ci-avant :
  - Un défaut d'étanchéité de la membrane au droit des BRS présentant un écoulement peut potentiellement expliquer ces débits, notamment pour les ouvrages de stockage hauts (P21, P24, P29, P13 P8, P25, P23, P27). Cette hypothèse n'est cependant pas confirmée par les travaux ou inspections réalisés sur la membrane bitumineuse (prélèvement de membrane, travaux du panneau 102 Est).
  - Des infiltrations en bordure de stockage cheminant vers les drains venant des ouvrages sont observées sur les BRS parasités (BRS002, BRS149, BRS114).  
Ce phénomène a été vérifié pour certains BRS de la tranche 2 tel le BRS22 drainant l'ouvrage TBH.  
Lors d'une inspection caméra réalisée depuis le BRS22 dans le drain venant de l'ouvrage TBH, la présence d'eau et de boue a été identifiée entre le BRS22 et le regard du RS situé à quelques mètres du BRS22, alors qu'au-delà de ce regard RS sous l'ouvrage TBH, le collecteur et les sédiments observés étaient secs.
  - Le débit du BRS041 est intéressant car, entre ce BRS drainant l'ouvrage T23 et le BRS149, parasité par le drain Est recevant probablement des eaux pluviales et drainant l'ouvrage TBC, il existe un ancien regard du séparatif, le RS64, qui évacuait durant la phase d'exploitation les effluents de TBC vers le BRS041. Cette hypothèse, possible sur plan, nécessite d'être consolidée.
  - Le drainage du toit de la nappe en période de très hautes eaux est considéré comme impossible. Ce point est confirmé par les sondes d'attention (**Figure 5-5**) et par la modélisation du fonctionnement de la nappe.
  - L'angle rentrant formé par le panneau 112bis et les talus Est de la couverture au creux duquel se situe la chambre de drainage CD11 puis par prolongation vers l'intérieur du site, l'axe de la galerie centrale, a tendance à faire converger les circulations d'eau vers le stockage.

Les plus faibles volumes drainés par les BRS de la tranche 1 peuvent s'expliquer par la moindre efficacité des radiers et des réseaux de drainage des ouvrages de stockage de cette tranche.

Les ouvrages de stockage de la tranche 3 étant les plus confinants, il n'est pas anormal que le volume drainé par les BRS de cette tranche soit faible.

## Conclusion :

Les BRS de la tranche 2 drainent environ 8 m<sup>3</sup> par an, participant ainsi à hauteur de 72 % au volume total drainé par le BRS0 dont le volume, proche de 10 m<sup>3</sup> par an, traduit néanmoins une bonne performance de la couverture. Les principaux BRS de la tranche 2 contribuant à ces volumes sont en galerie Ouest, les BRS041 et BRS027 qui drainent respectivement en 2016, 2,2 m<sup>3</sup> et 0,6 m<sup>3</sup>, ainsi que le BRS123 en galerie Est avec 0,7 m<sup>3</sup>.

Tableau 4.2-23 Débits mesurés au BRS de la tranche 2 en 2016

Mesure de débit des BRS dans les BRS de la tranche 2							OUVRAGE	Activité radiologique				
N° BRS	mars-16	juin-16	sept-16	oct-16	déc-16	Débit moyen annuel	pour les BRS avec un débit > 0,1 mL/mn	Alpha	Beta	Tritium	Ph	Potassium
	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min	mL/mn		Bq/L	Bq/L	Bq/L	-	mg/L
<b>GALERIE EST</b>												
126	0,65	0,74	1,33	0,69	0,61	0,80	P24-0	2,9	113	9300	1740	9,4
125	0,07	0,08	0,13	0,08	0,01	0,07	T24-0	1,01	19,9	2640	453	9
123	0,97	0,86	1,83	2,05	0,72	1,29	T24-0	0,75	11,4	12100	252	8,2
124	0,45	0,30	0,91	0,93	0,43	0,60	P24-0	1,4	93	29700	1850	9,4
119	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P10					
120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T24-2					
121	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T24-1					
122	0,05	0,11	0,22	0,20	0,09	0,13	P24-1	2,9	124	78000	2780	9,6
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P16					
103	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Rançon Nord					
104	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Rançon Sud					
118	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TO3					
<b>GALERIE OUEST</b>												
41	12,29	4,75	0,45	0,49	2,52	4,10	T23	0,4	19,1	18600	102	8,2
139	0,86	0,53	0,50	0,49	0,64	0,60	P23	0,48	76	132000	1010	8,5
45	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	P22					
19	0,06	0,05	0,00	0,03	0,13	0,05	T22	2,1	91	22600	728	8,4
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T21					
138	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T13-2 ; T25-1	2,6	750	113000	132	8,4
27	1,15	1,15	1,12	0,67	1,22	1,06	P13-3	1,1	101	67000	990	8,7
34	1,14	0,77	0,58	0,44	0,90	0,77	T13-3	0,57	25,1	23900	302	8,4
137	0,00	0,00	0,02	0,02	0,09	0,03	T25-2	0,48	23,1	38300	172	7,9
136	0,79	0,59	0,50	0,66	0,99	0,71	P25-3	2,1	101	67000	84	8,6
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P9					
22	1,29	0,01	0,00	0,00	0,00	0,26	TBH					
8	0,34	0,24	0,17	0,16	0,26	0,23	P8	2,8	153	22700	3240	9,7
<b>GALERIE CENTRALE</b>												
65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T26					
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	fossés drainants Est et Sud TB + T B1 à 4					
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P12					
52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P26					
105	0,03	0,00	0,08	0,07	0,06	0,05	P29-1	2,9	75	158000	2470	7,8
79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T29-1					
106	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P29-2	31	1080	69000	18500	9,6
80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T29-2					
82	0,84	0,59	0,50	0,50	0,50	0,59	P13-1	3,6	133	170000	2880	9,5
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P25-1					
84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T13-1					
83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T25-1					
81	0,63	0,79	0,76	0,71	0,71	0,72	P13-2	1	110	104000	2380	9,2
32	0,06	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06	T29-3	0,8	66	332000	1820	7,8
107	0,19	0,15	0,41	0,62	0,40	0,35	P29-3	4,3	135	171000	2880	9,4
49	0,17	0,17	0,15	0,17	0,14	0,16	P24-1	6,2	127	19400	2440	9,3
48	0,08	0,11	0,10	0,15	0,16	0,12	T24-2	5,2	133	115000	3390	8
24	0,00	0,03	0,03	0,00	0,03	0,02	T24-1					
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P10bis ; P10 SW					
85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TO3					
87	0,03	0,19	0,41	0,33	0,24	0,24	P21	0,8	26,2	276000	704	7,9
86	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T27	3,7	50	480000	1480	7,2
88	0,30	0,58	0,59	0,59	0,60	0,53	P27	6,1	380	259000	2300	7,1
<b>GALERIE SUD</b>												
151	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T21	0,045	6,4	890	152	8,9
152	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T21					
153	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T21					

Tableau 4.2-24 Débits mesurés au BRS de la tranche 1

Mesure de débit des BRS dans les BRS de la tranche 1							OUVRAGE	Activité radiologique				
N° BRS	mars-16	juin-16	sept-16	oct-16	déc-16	Débit moyen annuel mL/mn	pour les BRS avec un débit > 0,1 mL/mn	Alpha	Beta	Tritium	Ph	Potassium
	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min			Bq/L	Bq/L	Bq/L	-	mg/L
<b>GALERIE EST</b>												
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P1					
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P18, P17, P17bis,					
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P1, P3, P5bis, P6	3,3	8,1	920	8,3	7,7
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P5					
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P14					
102	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TB1 à TB4	3,9	4,4	470	14,2	8,3
<b>GALERIE OUEST</b>												
100	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	P18	0,38	2,39	111000	17	7,6
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P3, P4	5,9	52	128000	127	8,7
101	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	P18					
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P7					
140	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P20					
<b>GALERIE CENTRALE</b>												
38	0,57	0,46	0,42	0,50	0,57	0,50	T20	0,68	7,8	2000	152	8
33	0,24	0,23	0,21	0,29	0,30	0,25	P20	2,2	196	28600	2140	8,8
39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T19					
38bis	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	P19					
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T19	24	120	131000	724	8,9
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T26					
78	0,00	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	P26	21	306	54000	4460	9,4

Tableau 4.2-25 Débits mesurés au BRS de la tranche 3

Mesure de débit des BRS dans les BRS de la tranche 3							OUVRAGE	Activité radiologique				
N° BRS	mars-16	juin-15	sept-16	oct-16	déc-16	Débit moyen annuel mL/mn	pour les BRS avec un débit > 0,1 mL/mn	Alpha	Beta	Tritium	Ph	Potassium
	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min	mL/min			Bq/L	Bq/L	Bq/L	-	mg/L
<b>GALERIE OUEST</b>												
141	0,07	0,07	0,17	0,09	0,06	0,09	P28-1	0,71	47	121000	748	8,5
71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T28-3					
72	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	EL2 B*	0,8	148	108000	2020	8,3
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Bt PUIT*					
155	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T28-2					
156	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P28-2					
157	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T30-1					
158	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	T35-2					
159	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBW					
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBW2					
47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	M11					
142	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBW1					
160	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	PTBW					
143	0,01	0,11	0,12	0,04	0,05	0,07	M13	0,34	11,3	76000	142	8,3
145	0,06	0,07	0,19	0,11	0,06	0,10	T34-2	1,1	1000	67000	605	8,2
144	0,74	0,65	0,58	0,61	0,76	0,67	T35-1	0,55	24,4	10500	544	7,9
154	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P34-2					
109	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	T34-1					
110	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	P34-1					
108	0,62	0,09	0,11	0,08	0,16	0,21	T34-0	0,66	12,5	32500	272	8,4
<b>GALERIE SUD</b>												
111	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	T33-0					
113	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P33-1					
112	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	T33-1					
115	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P33-2					
116	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	T32					
117	0,04	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02	P32					
128	0,37	0,08	0,25	0,11	0,07	0,18	T30-2	1,1	18,9	4800	240	8,5
135	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P30-2					
134	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P30-1					
146	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBC1					
133	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P31-3					
148	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBC2					
147	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	TBC-2					
132	0,01	0,02	0,02	0,00	0,04	0,02	P31-2					
131	0,16	0,17	0,19	0,17	0,16	0,17	P31-1	4,7	86	146000	1500	9,3
129	0,00	0,00	0,23	0,03	0,03	0,06	P21	4,1	41,2	8100	866	9,1
130	0,01	0,00	0,02	0,04	0,03	0,01	P31-1	0,46	60	2480	1290	9,3
150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	P31-1					

## 4.2.5.5 Conclusions et interprétations

Les débits mesurés sur les BRS raccordés au RSGE présentent globalement peu de variations saisonnières.

Les principaux BRS raccordés au RSGE montrant un débit > à 1mL/mn sont les BRS027, BRS041 et BRS123.

Les débits aux exutoires BRS Ouest et BRS Est demeurent stables, respectivement 20 mL/mn et 5 mL/mn en cohérence avec les faibles volumes mesurés à l'exutoire principal, le point de contrôle BRS0.

Hormis l'activité radiologique bêta du point de contrôle BRS Ouest qui augmente en cohérence avec la teneur en potassium, les activités radiologiques mesurées au BRS Ouest et BRS Est présentent, en 2016, une tendance à la baisse par rapport à 2015.

En 2016, les investigations pour la compréhension des infiltrations d'eaux parasites se sont poursuivies. Elles ont montré que le fossé au creux duquel circule le drain sur membrane de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est entre les chambres de drainage CD4 et CD5 alimentait par débordement le BRS002 via le regard RS100.

Les bandes Combiflex posées entre les éléments des caniveaux du réseau pluvial des voiries au Sud-Est du Centre ont très certainement stoppé cette contribution au BRS149. Il n'en demeure pas moins une forte influence liée à la désaturation des terrains, en particulier ceux placés entre la galerie du RSGE et les ouvrages de stockage (drain Est), lesquels sont situés en bordure de la membrane bitumineuse.

Les BRS de la tranche 2 contribuent majoritairement (72 %) au volume drainé par le BRS0 qui ne représente que 10 m<sup>3</sup> par an.

## 4.2.6 Le réseau de drainage profond et l'exutoire RD 12

La localisation des divers points de prélèvement du réseau RD est rappelée en **Figure 1-4**.

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

- un suivi semestriel en 10 points du réseau, par prélèvements ponctuels :

Exutoire RD12	}	✓	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),

- un suivi mensuel et hebdomadaire à l'exutoire du réseau de drainage RD12. Les échantillonnages sont asservis aux volumes d'effluents drainés.

## 4.2.6.1 Suivi des volumes au point de contrôle RD12

A partir de la pluviométrie mesurée au point PH1, le **Tableau 4.2-26** met en perspective depuis 2000 les volumes d'eau de pluie précipitée (estimés pour une surface de 15 ha) ainsi que les volumes collectés par le réseau de drainage profond.

**Tableau 4.2-26 Volumes RD12 et ratio RD12/pluviométrie depuis 2000**

	VOLUME BRUT PRÉCIPITÉ ( m <sup>3</sup> ) ( source Andra )	V <sub>RD12</sub> ( m <sup>3</sup> )	V <sub>RD12</sub> / V PLUIE %
2000	193 200	2381	1,23%
2001	183 750	3194	1,74%
2002	194 505	2685	1,38%
2003	139 155	1218	0,88%
2004	152 985	1195	0,78%
2005	137 490	653	0,48%
2006	141 570	1088	0,77%
2007	169 650	1508	0,89%
2008	171 465	1350	0,79%
2009	166 425	1577	0,95%
2010	145 665	2018	1,39%
2011	142 455	1398	0,98%
2012	211 410	3111	1,47%
2013	166 665	3386	2,03%
2014	208 290	4648	2,23%
2015	161 850	2007	1,24%
2016	143 325	1738	1,21%

Le ratio  $V_{RD12}/V_{PLUIE}$  baisse en 2016 par rapport à 2015. Cette évolution du volume drainé au point RD12 est traduite dans la **Figure 4-19**.

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.

La réaction à la pluie de ce réseau et les observations de terrain, comme l'assèchement des drains venant des ouvrages de stockage aux RD3, RD13, RD17, RD18, privilégient une provenance majoritaire des trois premières contributions. En période de hautes eaux, les drains collatéraux de la galerie du RSGE peuvent également collecter des eaux souterraines à l'Est du Centre.

En 2016, l'Andra a réalisé de la maintenance corrective sur les caniveaux du réseau pluvial, en particulier ceux situés à l'angle Nord-Ouest où un fontis a été réparé (Cf § 3.2.3). Les désordres observés sur le réseau pluvial favorisaient les infiltrations d'eaux pluviales vers les réseaux profonds (drains du bâtiment des bassins) et le lessivage du massif situé entre les ouvrages de stockage et le bâtiment des bassins.

Il faudra probablement attendre une année de drainage complète avant de pouvoir vérifier le bénéfice de ces travaux sur le réseau de drainage profond mais nous notons avec beaucoup de prudence que 88 % des volumes comptabilisés au RD12 l'ont été entre janvier et mars 2016, avant la réalisation des travaux et que le réseau s'est tari en mai, septembre et octobre, et que l'activité tritium a baissé traduisant ainsi un moindre lessivage.

#### 4.2.6.2 Suivi radiologique

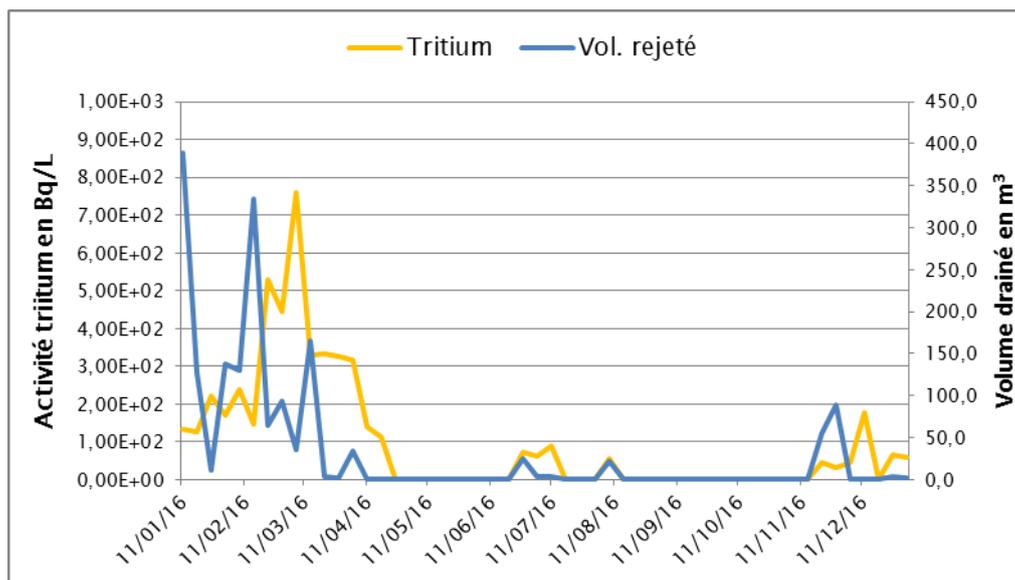
Les analyses radiologiques sur les eaux au point RD12 sont effectuées sur des échantillons aliquotes hebdomadaires et mensuels : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-24 (1/2) et (2/2)**.

Sur les 9 prélèvements effectués en 2016, les activités volumiques moyennes au point RD12 (valeurs moyennes pondérées par les volumes recueillis et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : **0,04 Bq/L** (9 valeurs significatives ; max à 0,07 Bq/L),
- Bêta global : **0,76 Bq/L** (9 valeurs significatives ; max à 1,04 Bq/L),
- Tritium : **205 Bq/L** (9 valeurs significatives ; max à 400 Bq/L).

La teneur moyenne en potassium pour 2016 est de 3,8 mg/L, soit une part du <sup>40</sup>K dans l'activité volumique bêta d'environ 0,12 Bq/L.

La **Figure 4-18** illustre l'évolution hebdomadaire du tritium en fonction des volumes drainés.



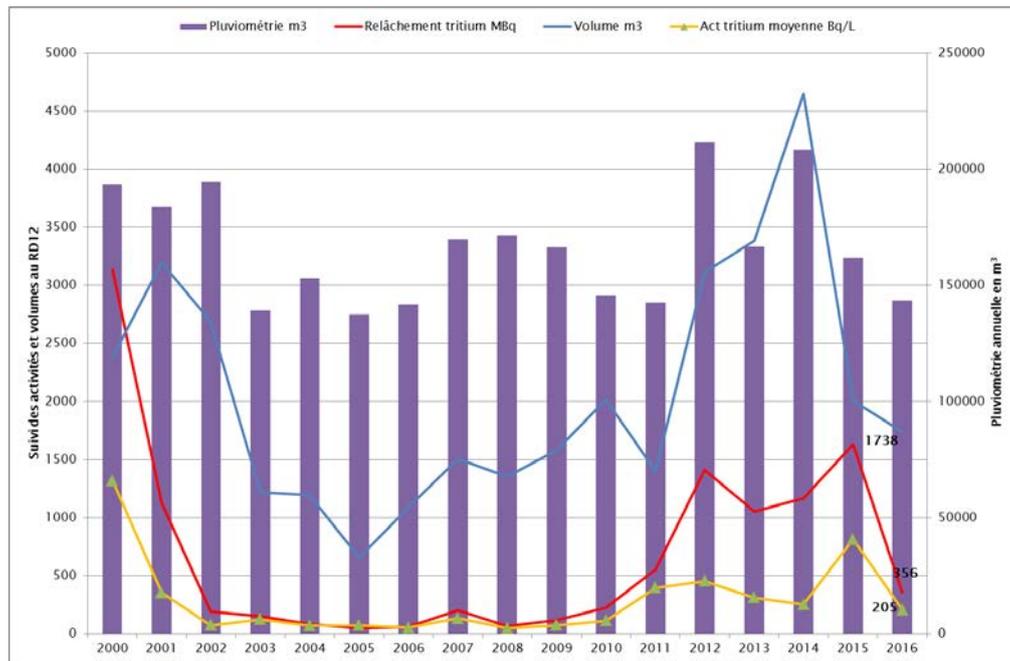
**Figure 4-18 Evolution de l'activité tritium et des volumes au RD12 en 2016**

Le suivi hebdomadaire du tritium au RD12 montre une variation de l'activité tritium allant de 33 Bq/L à 760 Bq/L.

La **Figure 4-19** montre l'évolution de l'activité tritium en fonction de la pluviométrie.

La courbe d'évolution du relâchement tritium au point de contrôle RD12 montre une allure en hausse entre 2010 et 2011, se stabilisant globalement entre 2012 et 2014, et présentant de nouveau une allure en hausse en 2015 avec une concentration forte en janvier 2015 (1440 MBq). Le relâchement et l'activité volumique moyenne du tritium mesuré en 2016 sont en forte baisse.

Ainsi, l'Andra privilégie le lessivage exceptionnel et bref de zones marquées en tritium durant la saison de drainage intense pour expliquer les pics d'activités tritium. Il peut s'agir du drainage du toit de la nappe par les drains collatéraux de la galerie du RSGE ou, comme précisé ci-dessus, d'infiltrations en bordure de stockage reprises par les drains du bâtiment des bassins, ou consécutivement à des opérations de maintenance, le lessivage d'égouttures liées aux travaux de réfection du collecteur du RSGE.



**Figure 4-19** Evolution de l'activité du tritium au RD12 en fonction de la pluviométrie et des volumes collectés

#### 4.2.6.3 Contrôles physico-chimiques

Les résultats des mesures physico-chimiques et volumétriques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-25**.

Les teneurs mesurées à l'exutoire du drainage profond n'appellent pas de remarques particulières.

#### 4.2.6.4 Contrôle radiologique des RD en amont de l'exutoire RD12

Les analyses radiologiques sur les eaux aux points RD sont effectuées sur des échantillons ponctuels semestriels : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-23**.

De façon récurrente, les activités tritium les plus élevées sont mesurées aux RD19 et RD20 (2 540 Bq/L et 2 350 Bq/L) sur les prélèvements réalisés au premier semestre 2016.

Les activités volumiques alpha sont comprises entre 0,017 Bq/L et 0,48 Bq/L ; les activités volumiques bêta entre 0,48 Bq/L et 7,1 Bq/L. L'activité volumique moyenne du tritium pour l'ensemble des RD est de 457 Bq/L en hausse par rapport à 2015 (363 Bq/L).

En 2016, l'Andra a recherché l'origine des activités tritium mesurées aux RD19 et RD20 en période de hautes eaux ou de drainage intense. L'hypothèse de départ consistait à supposer que les drains collatéraux de la galerie du RSGE rabattaient le toit de la nappe et que ces eaux marquées en tritium rejoignaient les eaux drainées par les RD19 et RD20. Les eaux de nappe au droit des RD19 et RD20 circulant à plusieurs mètres sous le fil d'eau de ces RD, il ne pourrait s'agir que d'eaux souterraines venant du secteur Est et qui circuleraient par les drains collatéraux des galeries centrale et/ou Ouest.

La situation des RD19 et RD20 à la croisée des galeries Ouest et centrale et la récupération eaux drainées par les drains collatéraux de ces galeries (**Figure 1-4**) sont déterminantes dans la démonstration.

Les RD17 et RD18 situés en amont des RD19 et RD20 dans la direction de la galerie centrale étant systématiquement secs, cette origine est écartée. Il ne resterait donc que les drains collatéraux de la galerie Ouest du RSGE et le RD13 situé en amont du RD19 comme pouvant être à la source de ces écoulements. Les plans montrent que potentiellement des drains sous radiers d'ouvrages (T13-3, T21, T22) de la tranche 2 pourraient rabattre le toit de la nappe et, dans cette situation, ces eaux seraient orientées vers le RD13 et rejoindraient ainsi le RD19 puis le RD20.

Les résultats d'analyses réalisées dans ces drains lors de cette expertise sont présentés dans le **Tableau 4.2-27**. Ils montrent que les activités tritium mesurées dans l'eau du regard RD19 ne sont pas cohérentes avec celles mesurées dans le regard RD13.

Par conséquent, l'activité tritium mesurée dans le réseau de drainage profond aux points de contrôle RD19 et RD20 ne provient pas du RD13, et donc pas d'eau de nappe drainée par des réseaux anciens sous ouvrage.

Les drains collatéraux de la galerie centrale présentant des écoulements, bien que les RD17 et RD18 en amont soient secs, l'Andra a donc procédé à des prélèvements dans chacun des drains arrivant au RD19, les résultats sont présentés dans le **Tableau 4.2-28**.

Les résultats de ces mesures, et le fait que les RD17 et RD18 soient secs, confirment que l'activité tritium mesurée aux RD19 et RD20 en saison de drainage intense provient d'infiltrations d'eau depuis la surface en bordure des ouvrages P19, P20 et que le cheminement de ces eaux croise les drains collatéraux de la galerie du RSGE à proximité de la porte B.

**Tableau 4.2-27 Résultats des mesures d'activité tritium réalisées dans les RD13 et RD19**

	RD13		RD19	
	Tritium en Bq/L	pH	Tritium en Bq/L	pH
06/01/2016	13,2 ± 3,5	7,8	81 ± 10	7,5
27/01/2016	6,7 ± 3	7,6	192 ± 21	7,5
16/02/2016	13,6 ± 3,5	7,8	1640 ± 170	8,3
29/02/2016	23,5 ± 4,4	8,2	2110 ± 220	8,3
16/03/2016	A sec-		2540 ± 260	8,2

**Tableau 4.2-28 Résultats des mesures d'activité tritium des drains du RD19**

		RD19	
		Tritium en Bq/L	pH
Drain venant de la galerie centrale	16/03/2016	2730 ± 280	8,4
Drain venant de la galerie Ouest	16/03/2016	46 ± 6	8,1

#### 4.2.6.5 Conclusions et interprétations

En 2016, les volumes drainés par le RD12 sont en baisse. L'activité tritium captée (0,36 GBq) est en très forte baisse par rapport aux années précédentes. Les travaux réalisés sur le caniveau pluvial au Nord-Ouest du Centre ont très probablement affaibli le lessivage des terrains situés entre la zone des ouvrages de stockage (ouvrage P4) et le bâtiment des bassins.

Les RD19 et RD20 situés à l'intersection des galeries Ouest et centrale présentent les activités tritium maximum (2320 Bq/L) en période de drainage intense. L'expertise réalisée en 2016 a démontré que l'origine de ce tritium provenait d'infiltrations d'eaux à proximité de la porte B de la galerie du RSGE. Ces eaux, en saison de drainage intense, interceptées par les drains collatéraux de la galerie du RSGE, lessivent des zones marquées en tritium à proximité des ouvrages P19, P20 et viennent alimenter le RD19.

### 4.3 Estimation d'infiltrations vers le massif géologique à travers la couverture du Centre 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 comparatives 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 BRS000 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 sommant les volumes d'eau mesurés dans les drains sous membrane, dans les cuves des RSGE et RSGEbis, 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 règles générales de surveillance).

#### 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 les radiers d'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'AREVA NC. 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 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 BRS000. 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.

## Calcul du débit d'infiltration dans le milieu géologique

### **Données 2016**

En 2016, le volume d'eau souterraine pompé dans le radier du bâtiment EEV-SE est de 62 000 m<sup>3</sup> (donnée AREVA NC). L'activité volumique tritium moyenne mesurée au point de contrôle EEV-SE est de 59 Bq/L (moyenne pondérée par les volumes).

Calcul du tritium collecté au point EEV-SE :  $(63\ 150 \times 10^3 \times 53) / 10^9 = 3,35$  GBq en 2016.

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 hypothèse, (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 pompée par 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 évènement tritium de 1976) à :**

**$(3,35 \times 100) / 31 = 10,8$  GBq de tritium relâché au droit de la surface totale du stockage en 2016.**

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 BRSO / relâchement tritium associé] est calculé pour appréhender les mètres cubes par Giga becquerel d'eau d'infiltration.

En 2016, le relâchement correspondant aux 9,95 m<sup>3</sup> mesurés au BRSO est de 1,18 GBq.

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

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

**9,95 / 1,18 X 10,8** soit sur une surface de 12 ha, **94 m<sup>3</sup>** d'eau s'infiltrant, soit un flux hydraulique de **0,78 L/m<sup>2</sup>** par an qui s'infiltrerait vers le milieu géologique au droit du stockage et s'ajouterait au flux calculé au §4.2.4.4.

## **4.4 Comportement hydraulique de la couverture – pluviométrie**

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 chapitre, 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 ».

### **4.4.1 Pluviométrie**

La pluviométrie de l'année 2016 (mesurée à la station atmosphérique du CSM, le point PH1) est déficitaire de - 13 % par rapport à la moyenne pluriannuelle 1995-2016 du CSM (**Tableau 4.4-1**).

**Tableau 4.4-1 Pluviométrie annuelle du Centre de stockage de la Manche de 1995 à 2016**

Année	pluie (mm)	écart / moyenne 1995 à 2016
1995	912	-17%
1996	853	-23%
1997	1154	5%
1998	1279	16%
1999	1157	5%
2000	1288	17%
2001	1225	11%
2002	1297	18%
2003	928	-16%
2004	1020	-7%
2005	917	-17%
2006	944	-14%
2007	1131	3%
2008	1143	4%
2009	1110	1%
2010	971	-12%
2011	950	-14%
2012	1409	28%
2013	1111	1%
2014	1389	26%
2015	1079	-2%
2016	956	-13%
<b>Moyenne</b>	<b>1101</b>	

Concernant les pluies mensuelles mesurées en 2016, et en les comparant aux moyennes mensuelles de chaque mois sur la période 1995-2016, on observe une tendance excédentaire au premier trimestre (+43 %, +35 % et +84 % en janvier, février et mars), puis un début de printemps déficitaire (-45 % en avril et -45 % en mai) ; le mois de juin a été particulièrement excédentaire avec +142 % ; le mois de juillet a été très déficitaire avec -82 %, alors que le mois d'août apparaît légèrement excédentaire (+26 %). Ensuite, les derniers mois jusqu'à la fin de l'année ont été à l'équilibre ou déficitaires : septembre +1 % ; octobre -70 % ; novembre +4 % et décembre -63 %.

En résumé, l'année 2016 se caractérise par un début d'année excédentaire, suivi d'une alternance de mois successivement excédentaires et déficitaires, et qui se termine par 4 mois déficitaires ou à l'équilibre. (Tableau 4.4-2).

**Tableau 4.4-2 Hauteurs de pluie mesurées à la station atmosphérique (point PH1) en 2016**

Hauteurs de pluie en mm			
Janvier	150,0	Juillet	9,7
Février	112,5	Août	85,5
Mars	113,0	Septembre	65,5
Avril	29,8	Octobre	36,5
Mai	31,8	Novembre	129,0
Juin	145,0	Décembre	47,2
		<b>TOTAL</b>	<b>955,50</b>

#### Suivi radiologique

Les mesures radiologiques des eaux de pluie sont effectuées sur des échantillonnages hebdomadaire et mensuel : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-42**.

Sur les 46 prélèvements effectués en 2016, les activités volumiques moyennes dans la pluie (valeurs moyennes pondérées par les hauteurs mesurées et calculées en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

- Alpha global : < **0,014 Bq/L** (7 valeurs significatives ; max à 0,06 Bq/L),
- Bêta global : < **0,09 Bq/L** (44 valeurs significatives ; max à 0,31 Bq/L),
- Tritium : < **4,4 Bq/L** (26 valeurs significatives ; max à 18 Bq/L).

En 2016, les eaux de pluie ont présenté 26 valeurs significatives en activité tritium. Ces marquages sont principalement dus à des apports extérieurs au CSM, par un effet combiné des rejets gazeux en tritium effectués par l'établissement d'AREVA NC associés à des directions de vents majoritairement orientées vers le CSM.

#### Suivi physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés dans le **Tableau 7.4-43**.

Les eaux de pluie recueillies ne présentent aucune évolution particulière par rapport aux années précédentes. La présence de métaux lourds est toujours décelée : aluminium (13 et 8 µg/L), cuivre (46 et 42 µg/L), plomb (1 et 2 µg/L), nickel (5 µg/L) et zinc (75 µg/L et 85 µg/L) et peut s'expliquer par une pollution atmosphérique d'origine anthropique liée aux activités industrielles avoisinantes.

#### **4.4.2 Comparaison drains sous membrane en rapport avec la pluviométrie**

Le cumul des volumes d'eau recueillis sous la membrane (Dssmb) en 2016 a été de 32 967 L.

Le volume annuel 2016 recueilli par tous les drains sous membrane correspond à une hauteur d'eau équivalente (32 967 L/12 ha) de 0,27 mm (ou 0,27 L/m<sup>2</sup>/an), et représente un ratio de 0,028 % de la pluviométrie (**Tableau 4.4-3**).

Cependant, les volumes des deux drains CD11 et D14/110 Ouest représentent toujours la majeure partie des écoulements avec 29 221 L (17 157 + 12 064), ce qui représente 89 % du volume total recueilli par les drains sous membrane. Les volumes mesurés sur les autres drains sous membrane sont de l'ordre de 3 746 L ce qui correspond à une lame d'eau de 0,03 mm (3 746 L/12 ha) (0,03 L/m<sup>2</sup>/an).

Comparativement aux années précédentes, le débit de la plupart des drains est en diminution. Cependant, trois drains affichent toujours un comportement atypique.

Les drains de la chambre CD11 (drains de talus des panneaux Est 112b et 113 Est) apportent des volumes toujours importants mais en diminution par rapports aux années précédentes. Ces débits importants ont débuté à partir d'octobre 2013, après les travaux de confortement du talus central 112b réalisés en été 2013 avec en particulier des soutènements et des remblais à proximité immédiate de la chambre de drainage. Ils représentent 41% du volume total recueilli par les drains sous membrane en 2016, en légère diminution par rapport à 2015 (47 %) (pour rappel 84 % en 2014 et 65 % en 2013). Des travaux de terrassement en surface ont été réalisés en juin 2016 afin de recueillir les eaux de ruissellement dans le réseau pluvial, avant qu'elles ne cheminent à proximité de la chambre de drainage CD11. Les volumes d'eau recueillis en décembre 2016 sont plus faibles que les deux années précédentes, mais les effets de ces travaux n'apparaissent pas encore en 2016, car les pluies de fin d'année n'ont pas été suffisamment importantes (mois de décembre 2016 très déficitaire en pluie (47.2mm) par rapport à la moyenne mensuelle de décembre 1995-2016 : 126.8mm).

Les drains de la chambre CD14 (drains de talus des panneaux Ouest 110 Ouest et 111 Ouest) recueillent également des volumes importants en 2016, et représentent 55 % du volume total des drains sous membrane en 2016. En particulier, le drain sous membrane P110 Ouest affiche le volume le plus important de tous avec 17 157 L en 2016. Le débit de ce drain est quasi stable par rapport à 2015 (18 669 L), mais apparaît très supérieur par rapport aux années précédentes : ce drain affichait jusqu'à présent des débits annuels de l'ordre de quelques milliers de litres, avec un maximum atteint en 2010 de 10 664 L. Ces débits élevés ne semblent pas avoir de relation directe avec la pluviométrie

annuelle, l'année 2016 étant légèrement déficitaire. La recherche des origines de cette augmentation commencée en 2016 (Cf. § 3.1.3), est toujours en cours.

**Tableau 4.4-3 Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane de 1999 à 2016**

	Rappel : Pluviométrie en mm	Dssmb : volumes annuels recueillis (litres)	Correspondant à une lame d'eau (en mm)	Ratio vol-drains / vol-pluie sur 12 ha
2000	1 299	37 240	0,31	0,024%
2001	1 265	27 043	0,23	0,018%
2002	1 297	16 726	0,14	0,011%
2003	928	9 268	0,08	0,008%
2004	1 020	9 882	0,08	0,008%
2005	917	9 518	0,08	0,009%
2006	944	10 700	0,09	0,009%
2007	1 131	11 075	0,09	0,008%
2008	1 143	15 017	0,13	0,011%
2009	1 110	14 490	0,12	0,011%
2010	971	18 888	0,16	0,016%
2011	950	10 461	0,09	0,009%
2012	1 409	16 227	0,14	0,010%
2013	1 111	26 415	0,22	0,020%
2014	1 389	58 549	0,49	0,035%
2015	1 079	38 865	0,32	0,030%
2016	956	32 979	0,27	0,029%
Moyenne	1 113	21 373	0,18	0,016%

Sur la dizaine de drains qui génèrent la majeure partie du volume des drains en 2000, certains se sont taris progressivement (**Tableau 4.4-4** et **Figure 4-20**) : D22/P118 Est ; D1/P104 Ouest ; D4/P100 Est. Concernant le drain D2/P102 Ouest tari depuis 2011, il a recueilli quelques litres (12L) tout au long de l'année 2016.

Les drains D21/P120 Est, D21/P121 Est, qui s'étaient taris en 2004 et qui recueillaient à nouveau quelques litres depuis 2011, se sont à nouveau taris en 2014 et n'ont recueilli aucun débit en 2015 et 2016.

Le drain D9/P110 Est qui affichait des débits importants (1 000 L à 4 000 L) ne recueille plus d'eau depuis 2014.

Comme les années précédentes, la plupart des drains ont légèrement réagi aux pluies importantes de l'année 2016 (début et fin d'année) (**Figure 4-20**), ainsi qu'aux fortes pluies de juin et d'août 2016.

Concernant plus précisément le drain D14/P110 Ouest, son débit est très important tout au long de l'année, avec cependant un tarissement en octobre 2016 (**Figure 4-21**).

## 4- Surveillance des réseaux et des rejets du Centre

Centre de stockage de la Manche Rapport environnemental et  
bilan annuel de la surveillance du Centre et de son  
environnement année 2016

EXPBIACSM1 70002.A

**Tableau 4.4-4 Volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane**

Centre de stockage de la Manche		Dénomination des drains sous membrane	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Débit des drains sous membrane ayant un débit important			litres																
CD2	150BO102	pieds de talus 102 O	8 413	5 776	4 641	2 712	1 585	1 232	866	679	636	924	176	4	-	3	3	-	12
CD14	150BO110	pieds de talus 110 O	9 690	4 993	2 988	2 531	2 305	2 519	1 238	3 448	2 874	4 470	10 664	6 820	2 193	3 313	4 317	18 669	17 157
CD14	150BO111	pieds de talus 111 O	6 386	6 769	2 364	-	14	-	-	326	1 500	1 077	368	44	192	425	995	807	1 002
CD1	150BO104	pieds de talus 104 O	4 588	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CD9	150BO110	pieds de talus 110 E	3 340	343	933	106	1 255	2 365	3 685	3 802	4 198	2 939	1 757	101	2 463	1 221	-	-	-
CD9	150BO111	pieds de talus 111 E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	1 917	299	47	179	94
CD10	150BE112	pieds de talus 112 E	-	-	-	893	2 083	2 703	2 658	1 128	3 329	2 582	2 030	1 560	3 965	1 229	1 790	710	371
CD11	150BE112bis	pieds de talus 112 bis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 594	41 234	16 242	12 064
CD11	150BE113	pieds de talus 113 E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 714	8 133	1 877	1 464
CD4	150BE100	pieds de talus 100 E	-	-	-	-	-	92	123	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-
CD4	150BE101	pieds de talus 101 E	305	304	999	127	1 064	74	865	519	887	976	899	600	2 638	767	352	205	450
CD5	150HE102/103	toit du talus 102 E	2 097	3 737	2 798	1 508	957	408	1 141	1 051	1 458	1 436	2 805	978	2 181	1 584	1 592	149	340
CD5	150BE103	pieds de talus 103 E										27	28	30	41	22	21	5	5
CD6	150BE104	pieds de talus 104 E											100	164	235	107	67	9	7
CD21	150BE120	pieds de talus 120 E	651	1 480	339	279	100	-	-	-	-	-	-	12	44	20	-	-	-
CD21	150BE121	pieds de talus 121 E	958	2 669	1 419	934	415	-	-	-	-	-	-	68	317	118	-	-	-
CD22	150BE118	pieds de talus 118 E	81	507	90	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Volume annuel des drains			36 508	26 659	16 572	9 151	9 778	9 393	10 575	10 953	14 901	14 431	18 828	10 423	16 187	26 418	58 552	38 852	32 967
Volume annuel de l'ensemble des drains en litre			37 240	27 043	16 726	9 268	9 882	9 518	10 700	11 075	15 017	14 490	18 888	10 502	16 227	26 436	58 575	38 865	32 979
% du volume annuel			98,0%	98,6%	99,1%	98,7%	98,9%	98,7%	98,8%	98,9%	99,2%	99,6%	99,7%	99,3%	99,8%	99,9%	100,0%	100,0%	100,0%

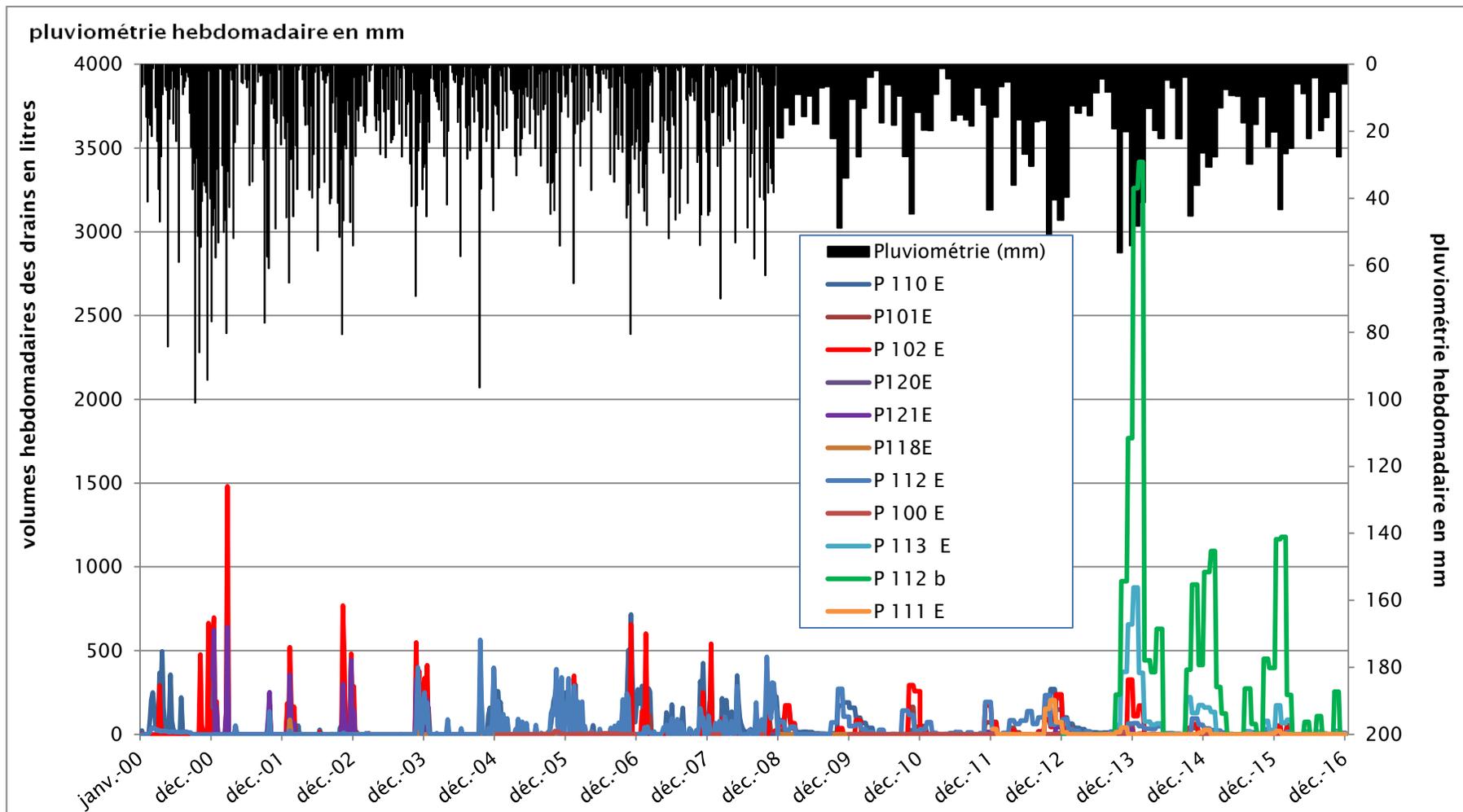


Figure 4-20 Suivi des drains 110E, 101E, 102E, 120E, 121E, 118E, 112E, 100E, 112b et 113E et 111E de 2000 à 2016

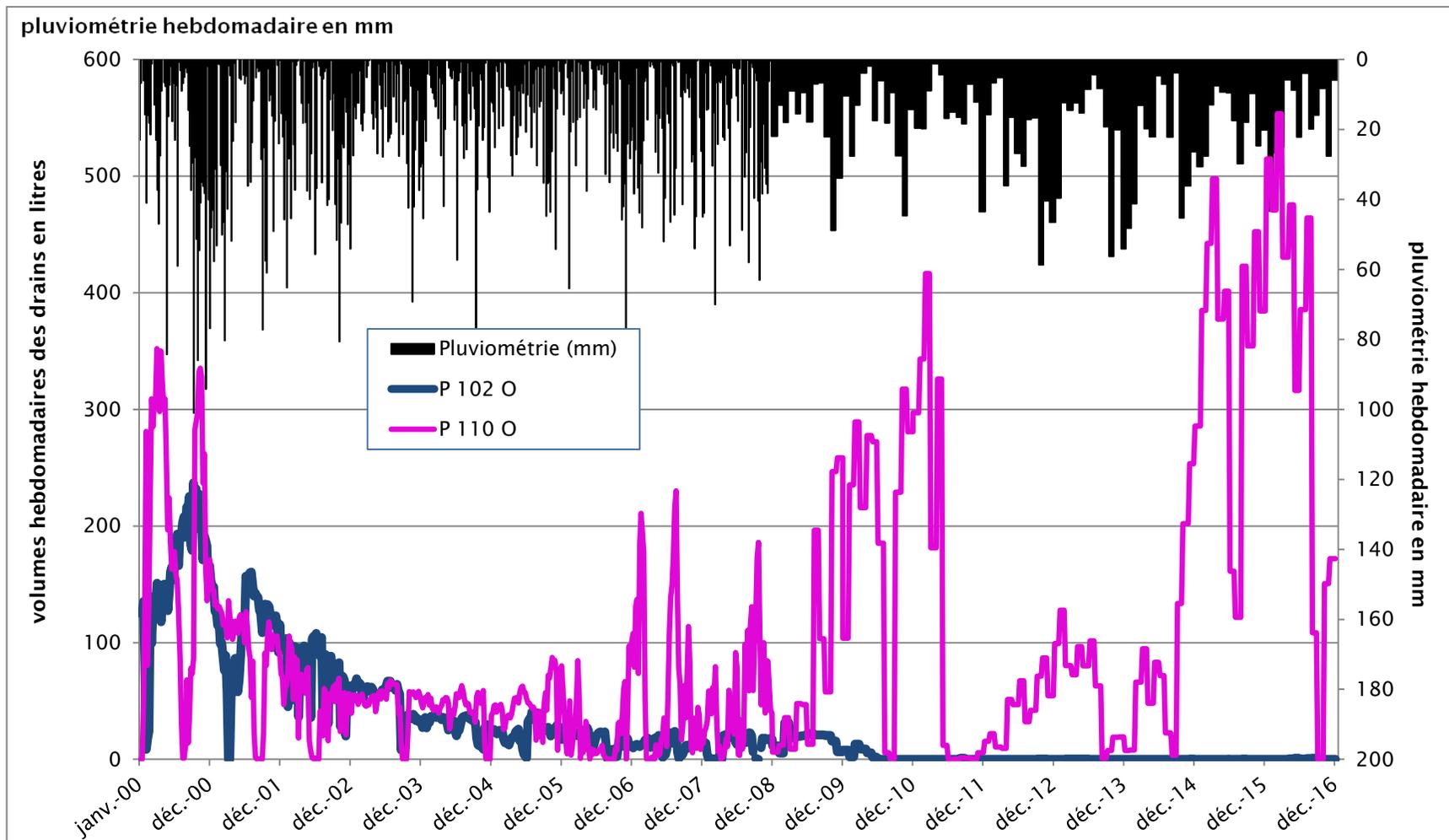


Figure 4-21 Suivi des drains 102 O et 110 O de 2000 à 2016

#### 4.4.3 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) relativise le volume d'eau récupéré par les drains sous membrane, en le comparant au volume ayant transité sur la membrane (lié à la pluviométrie). L'évolution importante 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 2016, le ratio moyen annuel est de 0,16 %, au-dessus de la valeur moyenne sur 17 ans de 0,10 %, Le ratio 2016 est du même ordre de grandeur que ceux observés dans les années 1999-2001 et en 2015. Ceci est principalement dû aux ratios importants des mois d'avril, mai, juillet et août 2016 pendant lesquels le drain CD14/110 Ouest a continué de couler avec des débits importants, alors que les drains sur membrane se tarissent comme tous les étés.

**Tableau 4.4-5 Ratio Drainage sous membrane/drainage sur membrane de 1999 à 2016**

MOIS	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
1999	*	0,06%	0,06%	0,08%	0,10%	0,28%	0,31%	0,41%	0,31%	0,23%	0,20%	0,27%	<b>0,21%</b>
2000	0,07%	0,03%	0,08%	0,06%	0,10%	0,15%	0,32%	0,35%	0,40%	0,46%	0,07%	0,04%	<b>0,18%</b>
2001	0,06%	0,05%	0,06%	0,04%	0,08%	0,40%	0,54%	0,33%	0,54%	0,07%	0,11%	0,06%	<b>0,20%</b>
2002	0,06%	0,04%	0,03%	0,14%	0,15%	0,03%	0,02%	0,16%	0,06%	0,03%	0,03%	0,03%	<b>0,07%</b>
2003	0,02%	0,02%	0,02%	0,11%	0,12%	0,13%	0,17%	0,28%	0,12%	0,08%	0,03%	0,03%	<b>0,09%</b>
2004	0,03%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,09%	0,08%	0,11%	0,13%	0,03%	0,02%	0,05%	<b>0,05%</b>
2005	0,04%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%	0,04%	0,10%	0,11%	0,13%	0,04%	0,04%	0,04%	<b>0,05%</b>
2006	0,04%	0,04%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,05%	0,06%	0,05%	0,05%	0,04%	0,03%	<b>0,04%</b>
2007	0,02%	0,04%	0,02%	0,01%	0,04%	0,02%	0,04%	0,05%	0,04%	0,07%	0,04%	0,02%	<b>0,03%</b>
2008	0,03%	0,02%	0,02%	0,05%	0,07%	0,08%	0,15%	0,20%	0,08%	0,06%	0,04%	0,03%	<b>0,07%</b>
2009	0,02%	0,05%	0,04%	0,05%	0,10%	0,09%	0,24%	0,39%	0,26%	0,11%	0,04%	0,03%	<b>0,12%</b>
2010	0,03%	0,04%	0,06%	0,08%	0,32%	0,36%	0,44%	0,01%	0,01%	0,06%	0,04%	0,04%	<b>0,12%</b>
2011	0,03%	0,04%	0,10%	0,12%	0,43%	0,03%	0,02%	0,00%	0,02%	0,00%	0,01%	0,03%	<b>0,07%</b>
2012	0,02%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%	0,04%	0,04%	<b>0,02%</b>
2013	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>
2014	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>
2015	0,08%	0,12%	0,09%	0,14%	0,45%	0,57%	0,26%	0,10%	0,13%	0,27%	0,09%	0,07%	<b>0,20%</b>
2016	0,08%	0,09%	0,10%	0,22%	0,54%	0,16%	0,20%	0,27%	0,17%	0,00%	0,06%	0,06%	<b>0,16%</b>
<b>Moyenne inter annuelle</b>													<b>0,10%</b>

(\*) : Absence de données en janvier 1999

#### 4.4.4 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 » (en fonction des pluies et de l'évapotranspiration (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), période hivernale pour laquelle l'ETR est faible et la réserve en eau du sol (RFU : réserve facilement utilisable) est maximale et peu variable.

Les périodes de saisons de drainage intense 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 4.4-6**.

**Tableau 4.4-6 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
	<b>MOYENNE</b>	<b>0.495</b>

Pour l'année 2015-2016, ce ratio est de 0,500, très légèrement au-dessus de la valeur moyenne de 0,495, cela correspondant à plus de la moitié (> 50 %) de la pluie en SDI recueillie sur la membrane. Ce ratio est du même ordre de grandeur que celui des années 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004, 2005/2006, 2007/2008 et 2014/2015.

#### 4.4.5 Conclusion générale sur le comportement hydraulique de la couverture

Les volumes d'eau recueillis par les drains sous membrane sont toujours très élevés depuis 2013 par rapport aux années précédentes et par rapport à la moyenne des années antérieures à 2013 d'environ 10 m<sup>3</sup> par an.

Cela est dû aux volumes importants récupérés d'une part, dans les drains de la chambre de drainage CD11 à partir d'octobre 2013, suite aux travaux de confortement du talus 112bis. Le volume drainé en 2016 par les drains sous membrane de cette chambre est en légère diminution par rapport à 2015, mais reste néanmoins élevé. Les effets des travaux de terrassement réalisés en juin 2016 en surface à proximité de la chambre de drainage n'apparaissent pas encore, car les pluies de fin d'année n'ont pas été suffisamment importantes.

D'autre part, les drains de la chambre D14/P110 Ouest ont recueilli des volumes d'eau très importants du même ordre de grandeur qu'en 2015 ; la recherche de l'origine de cette augmentation est en cours.

Au total, toutes les eaux collectées sous la membrane en 2016 représentent 32,9 m<sup>3</sup> et correspondent à une infiltration moyenne de 0,27 L/m<sup>2</sup>/an.

En dehors des drains des chambres CD11 et CD14, les autres drains ont eu un comportement en diminution par rapport aux années précédentes avec 2 m<sup>3</sup> soit 0,02 L/m<sup>2</sup>/an.

La pluviométrie de l'année 2016 est déficitaire de -13 % par rapport à la moyenne 1995-2016.

L'étude de caractérisation de ces infiltrations se poursuit en 2017 afin d'identifier les chemins préférentiels de circulation des eaux en particulier pour le drain de la chambre CD14. Pour la chambre CD11, le suivi des débits permettra de vérifier l'efficacité des travaux réalisés en 2016.

Les autres contributions participant à l'évaluation de la performance globale de la couverture sont présentées au § 4.2.4.4. En 2016, le flux traversant la couverture est de 3,08 L/m<sup>2</sup>/an et tient compte, en complément du volume des drains sous membrane (0,27 L/m<sup>2</sup>/an), de ceux comptabilisés aux points de contrôle BRS0 (0,083 L/m<sup>2</sup>/an) et BRS0bis (2,73 L/m<sup>2</sup>/an).

A ces flux, il faudrait ajouter, de manière plus discutable compte-tenu des hypothèses prises, 0,78 L/m<sup>2</sup>/an correspondant à l'estimation d'un débit d'infiltration vers le massif géologique (§4.3).

En 2016, sur la base des critères d'évaluation en vigueur, la performance globale d'étanchéité de la couverture est de 3,86 L/m<sup>2</sup>/an, l'essentiel provenant d'apports parasites au Nord-Est du Centre.

# 5

---

## Surveillance de l'environnement du Centre

---

<i>5.1</i>	<i>Surveillances des eaux souterraines</i>	<i>138</i>
<i>5.2</i>	<i>Surveillances des eaux superficielles</i>	<i>184</i>
<i>5.3</i>	<i>Mesures complémentaires</i>	<i>195</i>
<i>5.4</i>	<i>Estimation des doses</i>	<i>199</i>
<i>5.5</i>	<i>Protection du milieu naturel</i>	<i>212</i>

## FIGURES DU CHAPITRE 5

Figure 5-1	Localisation des piézomètres autour du CSM	138
Figure 5-2	Direction des écoulements dans la nappe en 2016	139
Figure 5-3	Suivi des cumuls mensuels de recharge	141
Figure 5-4	Fluctuations piézométriques de la nappe et recharges annuelles	142
Figure 5-5	Evolution de la nappe au droit des sondes d'attention	145
Figure 5-6	Carte piézométrique des hautes eaux	146
Figure 5-7	Carte piézométrique des basses eaux	147
Figure 5-8	piézomètres de la zone 1	150
Figure 5-9	piézomètres de la zone 2	153
Figure 5-10	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 2	154
Figure 5-11	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Sud-Ouest	155
Figure 5-12	piézomètres de la zone 3	157
Figure 5-13	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 3	158
Figure 5-14	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est	160
Figure 5-15	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est aval	160
Figure 5-16	piézomètres de la zone 4	163
Figure 5-17	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 4	164
Figure 5-18	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord-Ouest	165
Figure 5-19	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone AREVA Nord-Ouest	166
Figure 5-20	piézomètres de la zone 5	168
Figure 5-21	Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 5	169
Figure 5-22	Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord	170
Figure 5-23	Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996	172
Figure 5-24	Situation des piézomètres expertisés	174
Figure 5-25	Expertise du PO113	176
Figure 5-26	Expertise du PO136	177
Figure 5-27	Expertise du PO176	178
Figure 5-28	Expertise du PO174	179
Figure 5-29	Expertise du PO143	180
Figure 5-30	Expertise du PO161	181
Figure 5-31	Expertise du PO153	182
Figure 5-32	Localisation des points de contrôle de l'eau et des sédiments des ruisseaux	184
Figure 5-33	Evolution de l'activité tritium au point de contrôle GPNE et R6 en 2016	186
Figure 5-34	Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène depuis 1991 aux points R6 et R6-10	187
Figure 5-35	Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau du Grand Bel depuis 1991 au point R3	191
Figure 5-36	Localisation de la station de contrôle atmosphérique pluviomètre et points de prélèvements de végétaux	196
Figure 5-37	Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site	198
Figure 5-38	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des rejets en mer	199

Figure 5-39	Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des eaux de la Sainte-Hélène	202
Figure 5-40	Répartition des contributions des différentes voies d'atteinte à l'impact radiologique pour un adulte	203

## TABLEAUX DU CHAPITRE 5

Tableau 5.1-1	Suivi des sondes d'attention dans les eaux souterraines du CSM	144
Tableau 5.1-2	Répartition des piézomètres par secteur et par type de surveillance	149
Tableau 5.1-3	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 1 pour 2016	151
Tableau 5.1-4	Code couleur des classes d'état pour les eaux souterraines	152
Tableau 5.1-5	Suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 1 par altération	152
Tableau 5.1-6	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 2 pour 2016	153
Tableau 5.1-7	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2	154
Tableau 5.1-8	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 2 par altération	156
Tableau 5.1-9	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 3 pour 2016	157
Tableau 5.1-10	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3	159
Tableau 5.1-11	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone amont) par altération	161
Tableau 5.1-12	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone aval) par altération	162
Tableau 5.1-13	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 4 pour 2016	163
Tableau 5.1-14	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4	164
Tableau 5.1-15	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 4 par altération	167
Tableau 5.1-16	Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 5 pour 2016	168
Tableau 5.1-17	Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 5	169
Tableau 5.1-18	suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 5 par altération	171
Tableau 5.1-19	Moyenne de l'activité volumique tritium dans les piézomètres depuis 2000	172
Tableau 5.2-1	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène en 2016	185
Tableau 5.2-2	Moyennes annuelles des activités tritium en Bq/L aux points GPNE et R6 pour 2016	185
Tableau 5.2-3	Normes de qualité environnementale	189
Tableau 5.2-4	Classe d'état par élément de qualité	190
Tableau 5.2-5	Code couleur des classes d'état pour les cours d'eau	190
Tableau 5.2-6	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau du Grand Bel en 2016	190
Tableau 5.2-7	Classe d'état par élément de qualité	192
Tableau 5.2-8	Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau des Roteures en 2016	192
Tableau 5.2-9	Classe d'état par élément de qualité	193
Tableau 5.4-1	Impact radiologique des rejets en mer pour un adulte	200
Tableau 5.4-2	Impact radiologique des rejets en mer pour un enfant de 10 ans	201
Tableau 5.4-3	Evolution des facteurs de surestimation des relâchements par le modèle	204
Tableau 5.4-4	Facteurs de surestimation des relâchements par le modèle	206
Tableau 5.4-5	Tableau de synthèse des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016	207
Tableau 5.4-6	Résultats détaillés - Tableaux analytiques des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016	208

## 5.1 Surveillances des eaux souterraines

### 5.1.1 Présentation générale - directions des écoulements.

La localisation des points de contrôle de la nappe phréatique est rappelée en Figure 5-1.

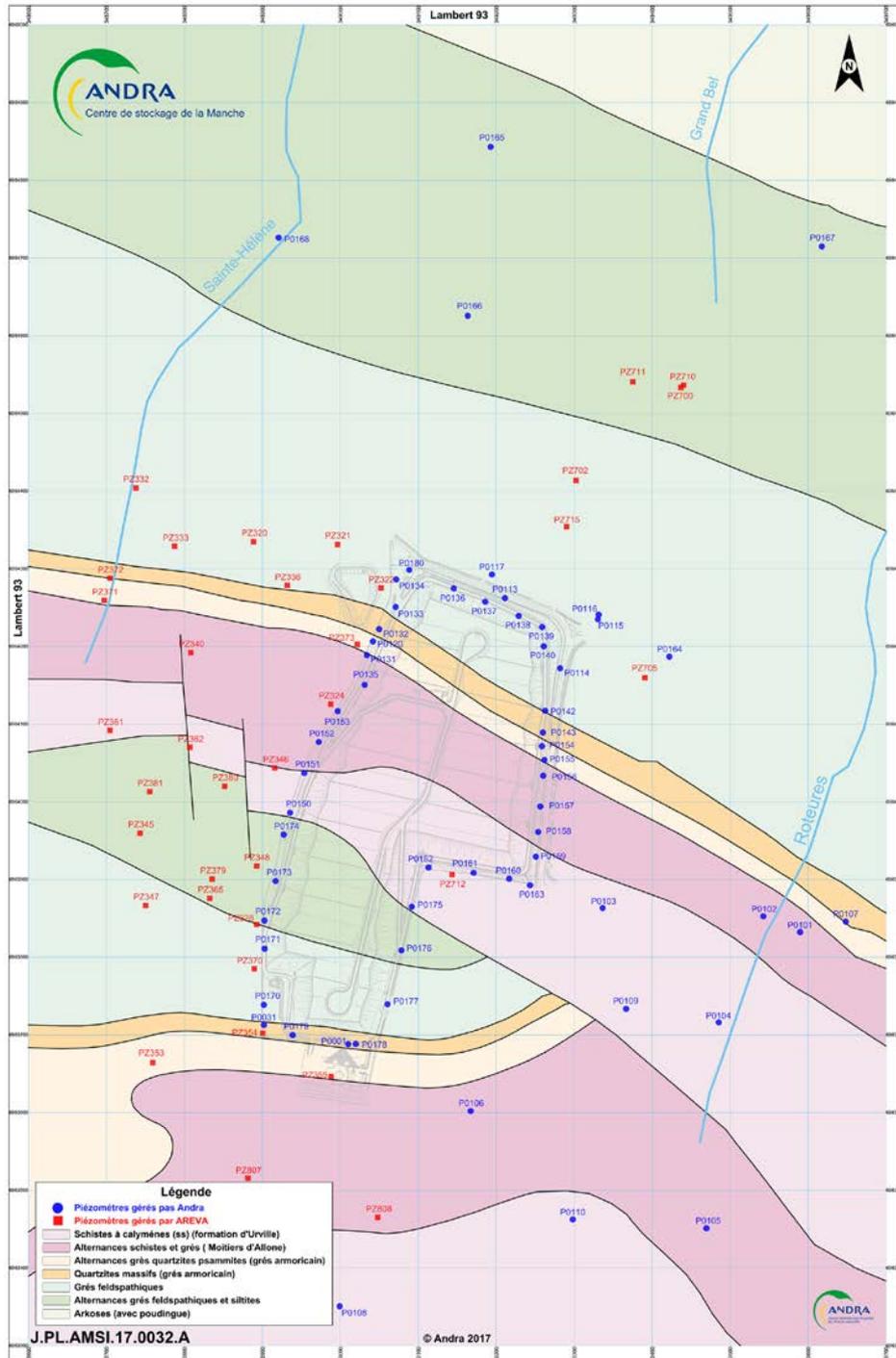


Figure 5-1 Localisation des piézomètres autour du CSM

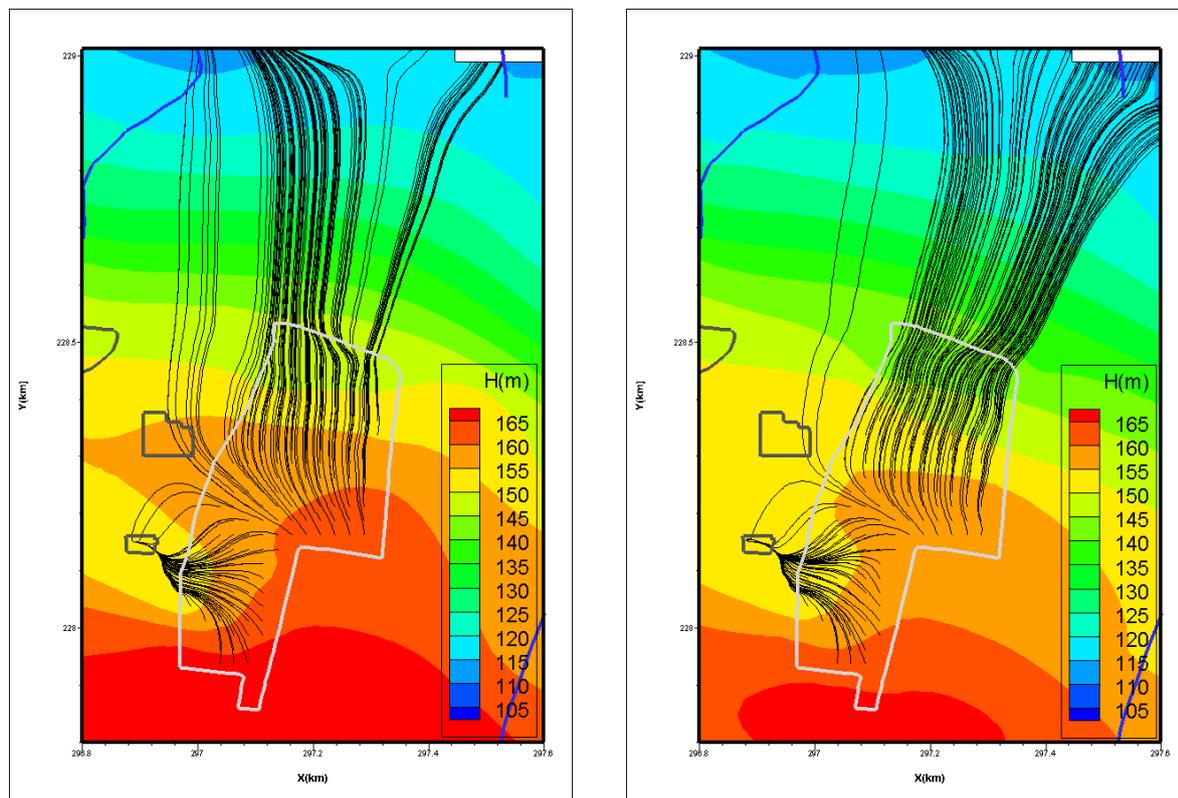
Pour rappel, le suivi des eaux souterraines à l'aide du réseau piézométrique a deux objectifs principaux :

- suivre les niveaux d'activité et les paramètres physico-chimiques des eaux souterraines pour détecter d'éventuelles anomalies ;
- déterminer le niveau de la nappe par rapport aux radiers des ouvrages et les directions d'écoulement au droit du stockage jusqu'aux exutoires.

La **Figure 5-2** présente les directions d'écoulement de la nappe en 2016, établies à partir des relevés de niveaux piézométriques effectués en période de hautes et basses eaux (§ 5.1.2.4).

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 ou PO113).

Ces directions d'écoulements dépendent des contrastes de recharge au cours de l'année, mais également du cumul annuel. Au cours de l'année, la répartition des écoulements issus du Centre évolue en continu entre les exutoires de la nappe à l'aval du Centre, ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand-Bel, mais également sur la fraction susceptible d'atteindre le ruisseau des Roteures en période de basses eaux. Ces fluctuations influent sur la répartition du tritium entre ces exutoires.



**Figure 5-2** Direction des écoulements dans la nappe en 2016  
Période des hautes eaux 2016 (mars et novembre 2016) Période des basses eaux 2016

Les directions d'écoulement en période de hautes et basses eaux montrent l'influence du pompage au bâtiment EEV-SE qui draine la partie Sud du stockage.

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).

### 5.1.2 Suivi du niveau piézométrique

Le niveau piézométrique de la nappe 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.

#### 5.1.2.1 La recharge

La recharge correspond à la part des précipitations qui s'infiltré jusqu'à la nappe et qui participe 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, 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, évapotranspiration, infiltration, écoulements superficiels et souterrains).

Pour la pluviométrie et la recharge, le découpage en année hydrologique (de septembre à août) a été adopté car il permet d'individualiser les épisodes annuels de recharge, les variations des composantes hydrologiques ne correspondant généralement pas à une année calendaire. Les données climatologiques utilisées sont les cumuls pluviométriques journaliers relevés à la station de Jobourg et l'ETP mensuelle à la station météo de Valognes, calculée par la formule de MONTHEIH. 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 (**Figure 5-1**) dans un secteur situé hors influence hydraulique des aménagements de l'Andra ou d'AREVA NC.

La **Figure 5-3** présente l'évolution de la recharge cumulée.

Après une succession d'années hydrologiques déficitaires depuis 2001-2002, 2012-2013 s'est distinguée par une répartition relativement habituelle des précipitations et donc de la recharge, mais avec des hauteurs très importantes (448 mm), en particulier en début de période. 2013-2014 est beaucoup plus proche de la recharge moyenne annuelle depuis 1964 (+10%), alors que l'année 2014-2015 se termine avec un déficit marqué (-17 %).

Malgré un démarrage très excédentaire en septembre 2015 (+86 %), les recharges mensuelles du début de l'année hydrologique 2015-2016 sont nettement déficitaires (-46 à -79 %), et conduisent à une recharge cumulée en décembre 2015 nettement inférieure aux moyennes observées depuis 1964 (-54 %). Un excédent important de janvier à mars (+9 à +32%) limite le déficit cumulé à -18%, mais la fin de l'année hydrologique est systématiquement très déficitaire (de -33 à -87%), avec un cumul de recharge à 256,6 mm (soit -23%) ;

L'année hydrologique 2016-2017 débute avec des recharges extrêmement faibles à quasi nulles (-73 à -99,8%), et un cumul extrêmement faible en décembre (27 mm ; -80%).

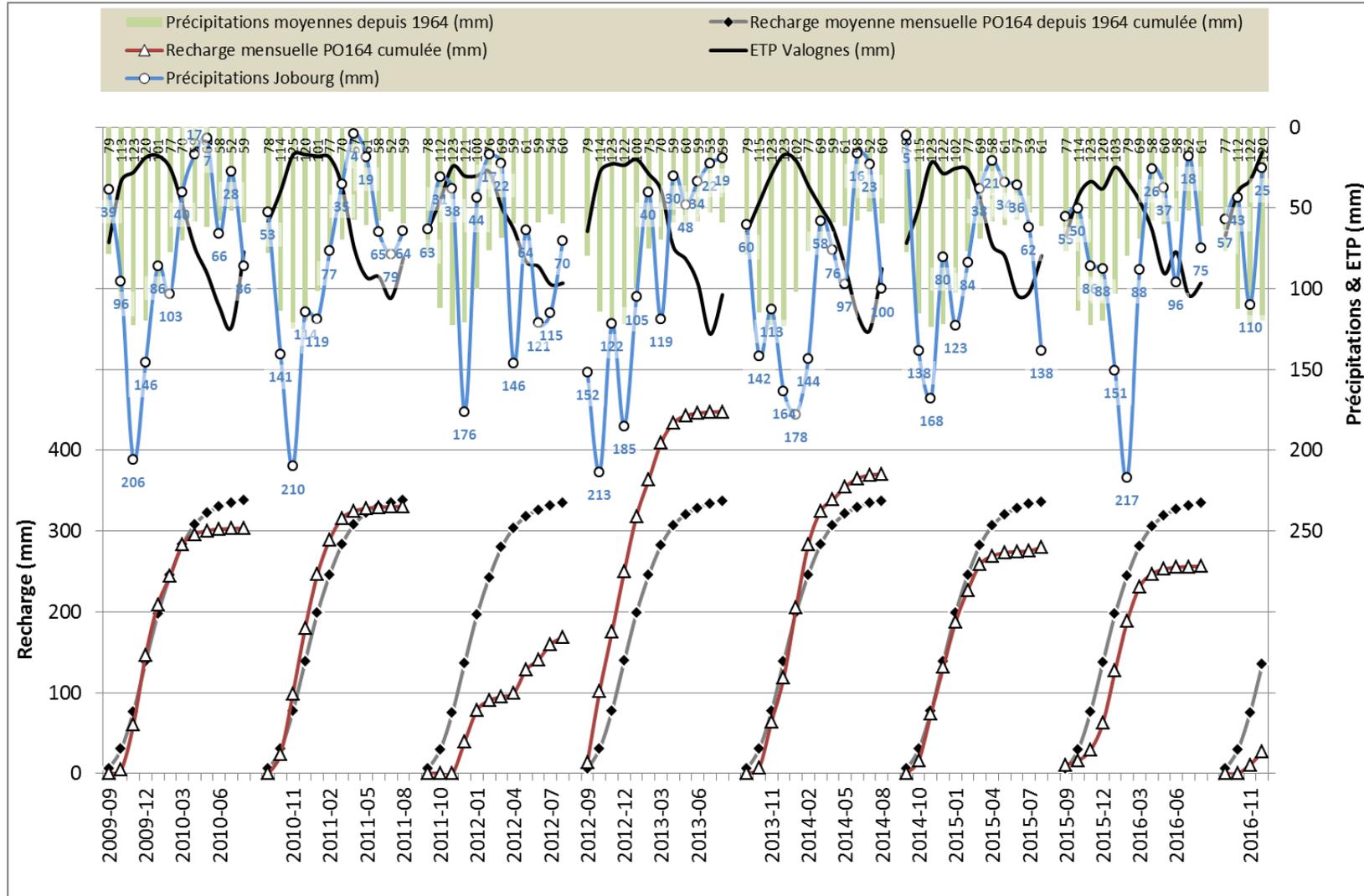


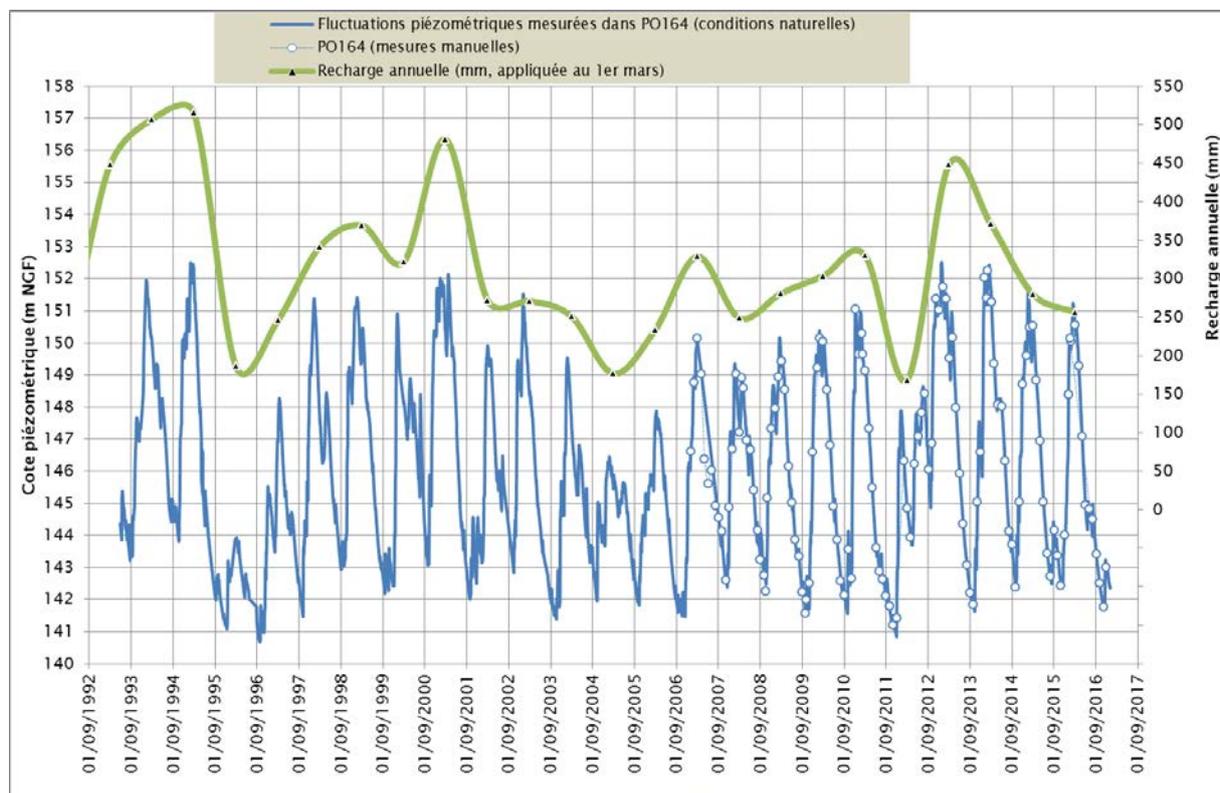
Figure 5-3 Suivi des cumuls mensuels de recharge

## 5.1.2.2 Les fluctuations piézométriques

Les fluctuations piézométriques journalières de la nappe en conditions naturelles (hors influence hydraulique des aménagements d'AREVA NC et du CSM) sont représentées par la chronique du piézomètre PO164 (Figure 5-4), équipé d'un appareil d'acquisition en continu depuis 1993. Aucune lacune d'acquisition n'est à noter à l'exception d'un épisode courant 2007<sup>6</sup>. Les évolutions piézométriques répondent de manière relativement fidèle aux variations de recharge.

Suite à une recharge cumulée extrêmement faible en 2011-2012 et une séquence atypique (cf. ci-dessus), l'évolution piézométrique en PO164 a été très irrégulière, avec des hautes eaux et des basses eaux inversées par rapport à la normale. Sur l'année hydrologique 2012-2013, la recharge a été extrêmement importante. Les niveaux de nappe atteints en décembre 2012 sont parmi les plus hauts jamais enregistrés en PO164 (152,51 m NGF) depuis la mise en place de l'acquisition continue.

Les années 2013-2014 à 2015-2016 présentent des recharges plus modérées, proches des moyennes depuis 1964 (336 mm). Le léger déficit de recharge de 2014-2015 puis 2015-2016 permet toutefois d'avoir des hautes eaux moins marquées que 2013-2014, mais encore très hautes vis-à-vis des années antérieures ; les basses eaux de 2015 restent plus hautes que celles des deux années passées, mais celles de 2016 montrent des niveaux plus bas.



**Figure 5-4** Fluctuations piézométriques de la nappe et recharges annuelles

Cette année 2016 présente un profil hydrologique relativement classique jusqu'à l'automne 2016 avec :

- Une période de recharge globalement régulière et soutenue jusqu'à mi-mars, permettant de maintenir un niveau de nappe haut,

<sup>6</sup> Une lacune d'acquisition est à noter en 2007 du 2 mars au 6 septembre, le maximum atteint par la nappe en ce point n'ayant probablement pas été enregistré par la centrale d'acquisition, mais les relevés manuels indiquent un maximum atteint le 1<sup>er</sup> mars.

- Une période de tarissement quasi continu jusqu'en septembre entrecoupée de quelques épisodes de remontée de faible amplitude.

#### 5.1.2.3 Les pompages

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

Seul le rabattement induit par le drainage au niveau du bâtiment EEV-SE, à la cote 150,70 m NGF, marque fortement et en permanence la piézométrie dans la partie Sud-Ouest du CSM. Il en résulte que, dans cette zone, les écoulements sont dirigés vers le cône de rabattement induit par ces pompages, alors qu'à l'Est et dans toute la moitié Nord du site, ils suivent leur trajectoire naturelle en direction du Nord et du Nord-Nord-Est (**Figure 5-2**).

Une sonde d'attention a été placée en P0173 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 2016 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 7,2 m<sup>3</sup>/h sur l'année 2016. Il en résulte que le volume d'eau pompé en 2016 est estimé à 63 150 m<sup>3</sup>, très légèrement supérieur à 2015 (7,1 m<sup>3</sup>/h).

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 temporairement. Les cartes de hautes et basses eaux sont présentées en **Figure 5-6 et Figure 5-7**.

Les niveaux de nappe extrêmes sont atteints à des dates relativement habituelles, même si les basses eaux ne coïncident pas avec la date de la campagne spécifique.

Le tracé des courbes isopièzes est réalisé avec l'ensemble des piézomètres Andra et une partie du réseau AREVA NC (à l'exception du piézomètre PZ700<sup>7</sup>), comprenant notamment des forages situés en dehors du cadre des cartes éditées. Ils intègrent également des points fixes permettant de contraindre l'interpolation, et correspondent à des cotes de drainage artificiel (pompages, ...) ou naturel (cours d'eau) de la nappe ; les ruisseaux de la Sainte-Hélène, des Roteures et du Grand-Bel ont été, début 2010, intégrés pour l'édition des cartes hautes et basses eaux présentées dans le présent bilan.

Il est à noter toutefois que les tournées piézométriques d'AREVA NC comportent de nombreux piézomètres ; les mesures ne pouvant pas être menées dans un laps de temps court, par conséquent non synchrones, elles ne peuvent pas être représentatives d'une situation instantanée. De plus, certains points de ce réseau n'ont pas pu être mesurés lors de quelques campagnes et conduisent ainsi à des lacunes ponctuelles, mais qui n'impactent que de manière mineure le tracé des cartes piézométriques.

Au Nord d'une ligne passant par les piézomètres P0152 (en périphérie Ouest du CSM) et P0156 (en périphérie Est du CSM), les directions d'écoulement sont régies par les conditions naturelles, et la nappe s'y écoule du Sud vers le Nord et le Nord-Nord-Est. Toutefois, au droit du CSM, les secteurs Sud et centre sont fortement influencés par le rabattement créé au niveau du bâtiment EEV-SE, vers lequel se dirigent les écoulements de manière radiale, reprenant des écoulements qui auraient été naturellement en destination du ruisseau de la Sainte-Hélène.

---

<sup>7</sup> Bien que le contrôle graphique du piézomètre PZ711 ne révèle aucune anomalie évidente en termes de tendance, la comparaison avec les piézomètres voisins montre des écarts importants, en particulier avec PZ700 situé à une soixantaine de mètres plus à l'Est (écart > 4 m en faveur de P700). Des considérations nouvelles (qualité du calage du modèle hydrodynamique sur ce point) et le PZ700 étant effondré à 80 % de sa hauteur, cela peut laisser entrevoir un problème de représentativité des mesures pouvant impacter localement l'allure des courbes isopièzes. Il a donc été préféré de retenir le PZ711 pour l'édition des cartes hautes eaux et basses eaux.

## 5.1.2.4 Les sondes d'attention

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 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>8</sup>. En effet, l'écart « niveau d'attention / ouvrages de stockage » est de 1,95 m pour TO3 (PO159), 2,89 m pour T24-0 (PO162) et 3,46 m pour T24-0 (PO163).

Le **Tableau 5.1-1** synthétise les périodes de déclenchement des sondes d'attention.

**Tableau 5.1-1 Suivi des sondes d'attention dans les eaux souterraines du CSM**

Sondes	Date de début immersion	Date de fin d'immersion	Commentaires
PO163	02/01/2016	23/03/2016	Le piézomètre PO163 est situé à proximité de l'ouvrage T24-0 ; le plus faible écart entre le haut de la nappe et le radier des ouvrages est de 2,78 m (février 2016).
	29/03/2016	01/04/2016	
PO159	04/01/2016	22/01/2016	L'écart ouvrage - nappe le plus faible a été mesuré lors de la tournée de février 2016 avec 1,57 m pour l'ouvrage TO3.
	24/01/2016	18/03/2015	
PO162	-	-	Le niveau des eaux souterraines n'a pas atteint cette sonde d'attention en 2016.

La **Figure 5-5** montre que les variations de niveaux des eaux souterraines (relevés des tournées piézométriques mensuelles) n'ont pas atteint les ouvrages les plus bas. Par conséquent, le domaine de fonctionnement autorisé tel que défini dans les RGS (distance toit de la nappe ouvrages inférieure à 0,5 mètres à la base des ouvrages) est respecté pour la période des hautes eaux 2016.

Par ailleurs, on note que les eaux souterraines ont atteint le drainage de la galerie du RSGE en février 2016 au droit des piézomètres PO163. Les eaux souterraines drainées par les drains collatéraux de la galerie du RSGE sont orientées vers l'exutoire du réseau de drainage profond, le point de contrôle RD12.

<sup>8</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

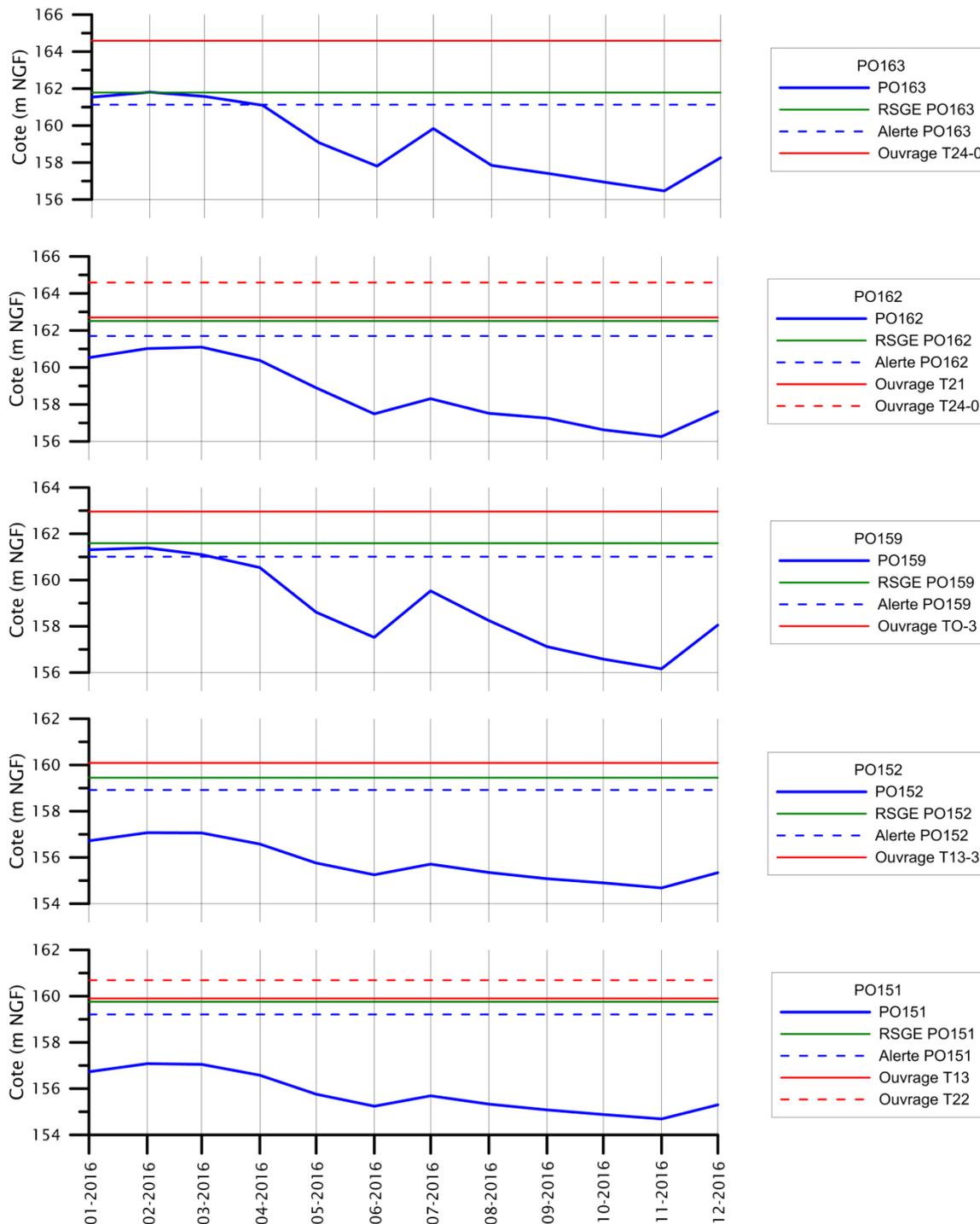


Figure 5-5 Evolution de la nappe au droit des sondes d'attention

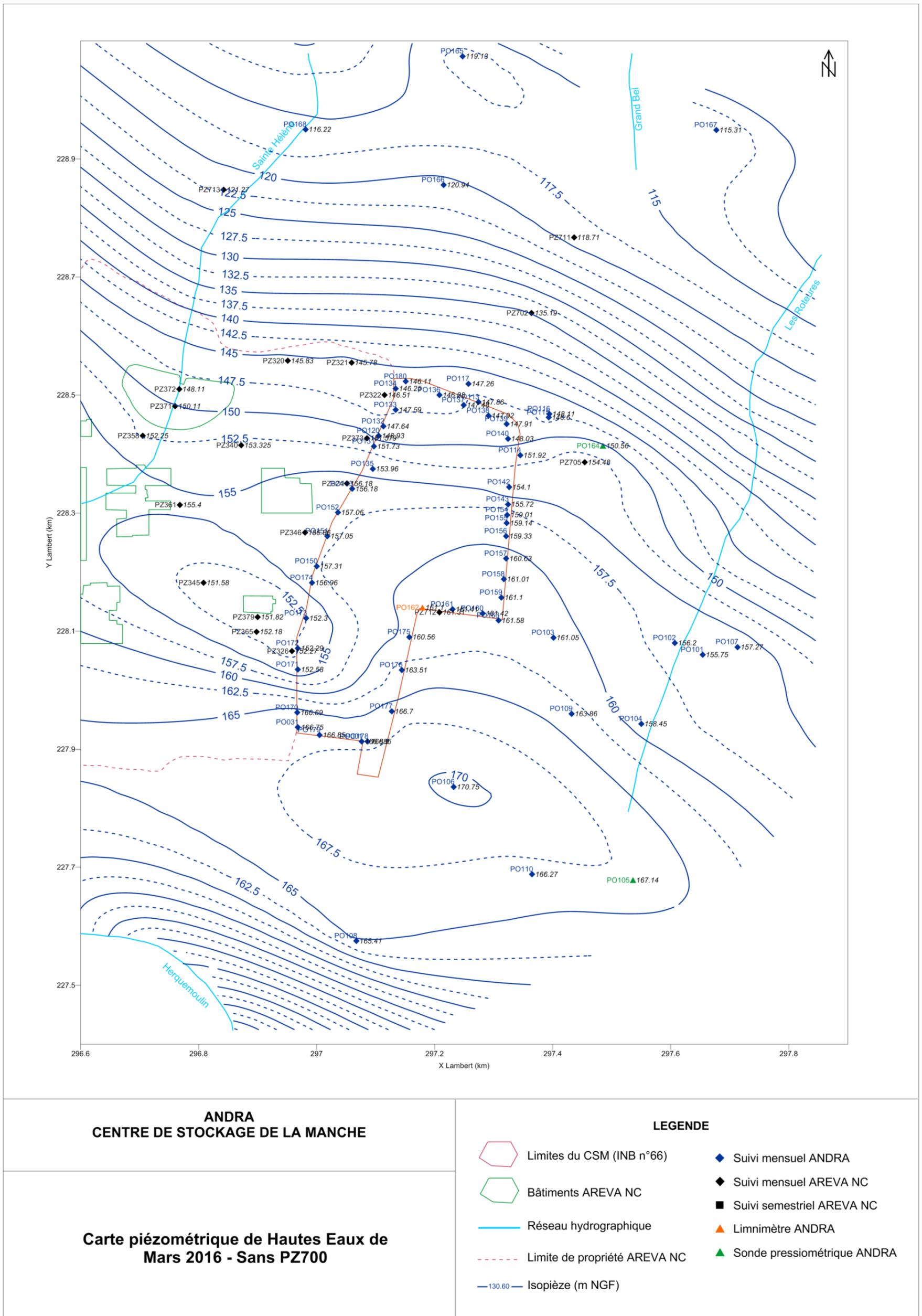


Figure 5-6 Carte piézométrique des hautes eaux

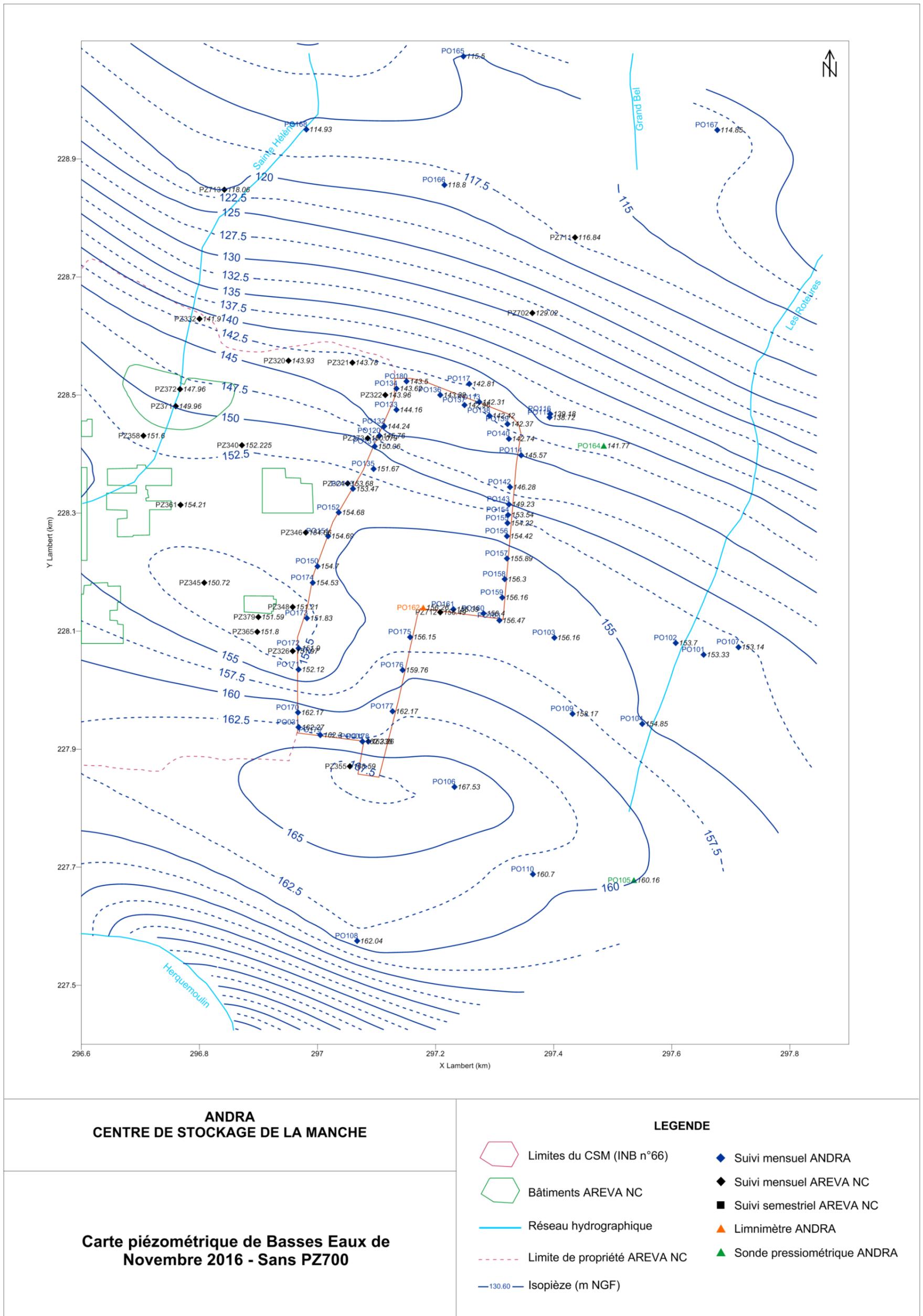


Figure 5-7 Carte piézométrique des basses eaux

### 5.1.3 Principe de la surveillance radiologique et physico-chimique des eaux souterraines

La circulation des eaux souterraines dans le secteur du Centre est complexe. Comme précisé précédemment, elle subit des variations saisonnières de hauteur et de direction et est influencée par les pompages des bâtiments et installations industrielles.

En effet, l'interprétation piézomètre par piézomètre basée sur les seules fluctuations des activités tritium au cours de l'année apparaît illusoire pour pouvoir déterminer des tendances (hausse, baisse, stabilisation) du fait de plusieurs paramètres :

- des valeurs à considérer comme indicateur : totalité des valeurs, valeur moyenne ou maximum,
- de l'influence des fluctuations saisonnières sur les directions d'écoulement,
- de l'influence possible de certaines singularités liées au contexte géologique, observées par le passé lors d'expériences de traçage, laissant supposer un faible renouvellement des eaux (cas du PO143, situé en aval proche de la zone d'injection du traceur, mais où l'on a noté l'absence de restitution de ce dernier) ou inversement (à relier à un milieu géologique affecté par une fracturation),
- de l'évolution des relâchements à partir du stockage ou des terrains sous-jacents.

Aussi, l'observation des activités volumiques ainsi que des directions d'écoulement de la nappe (**Figure 5-2**) amènent 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 5.1-2** présente de façon synthétique cette répartition.

**Tableau 5.1-2 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
<b>1</b>	Sud-Est <b>Figure 5-8</b>	Amont, zone de recharge	Tous les piézomètres de la <b>Figure 5-1</b> .	PO001, PO158, PO162, PO161, PO160, PO159, PO178, PO177, PO175, PO176.	PO001, PO175, PO160.
<b>2</b>	Sud-Ouest <b>Figure 5-9</b>	Zone influencée par le rabattement du bâtiment EEV-SE		PZ326, PO174, PO173, PO172, PO171, PO170, PO179, PO150, PO151.	PO172, PO174.
<b>3</b>	Nord-Est <b>Figure 5-12</b>	Secteur influençant le ruisseau du Grand Bel et partiellement l'aval du ruisseau des Roteures		PO154, PO117, PO143, PO142, PO140, PO139, PO138, PO137, PO116, PO115, PO114, PO113, PZ715.	PO113, PO139, PO142, PO156, PO158, PO114, PO115, PZ700, PZ702, PZ715.
<b>4</b>	Nord-Ouest <b>Figure 5-16</b>	Secteur influençant le ruisseau de la Sainte-Hélène		PO153, PO180, PZ324, PZ322, PZ321, PZ320, PZ340, PZ371, PO152, PO136, PO135, PO134, PO133, PO132, PO131, PO120	PO153, PO131, PO136, PO180, PZ322, PO168.
<b>5</b>	Nord <b>Figure 5-20</b>	Aval hydraulique du Centre regroupant également la crête piézométrique		PO133, PO134, PO180, PO136, PO117, PO137, PO113, PO138, PO140, PO139, PO114.	PO180, PO136, PO139, PO113, PO114.

#### 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 7.4-27** et le **Tableau 7.4-28**. 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 7.4-27** et le **Tableau 7.4-28** 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 doit donc s'appuyer 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 7.4-26** précise l'ensemble des valeurs (moyennes, minima et maxima des résultats des activités volumiques sur 2016) caractérisant les piézomètres Andra et AREVA NC, prélevés dans le cadre de la surveillance du Centre.

Des analyses radiologiques à bas seuil sont régulièrement réalisées sur l'eau des piézomètres.

En 2012, l'Andra, conformément au PRS [REF 4], a étendu les analyses radiochimiques au secteur Sud du CSM (P0001) et a complété les spectrométries gamma et scintillation liquide par des spectrométries alpha afin de répondre à une recommandation faite par l'ASN consécutivement à l'instruction du rapport de sûreté 2009. Cette recommandation dite S3 préconisait de :

« Compléter le plan réglementaire de surveillance en intégrant un volet concernant la vérification de l'absence effective de relâchement pour les secteurs où la modélisation ne les prévoit pas et pour les radionucléides susceptibles d'être retenus dans le stockage. »

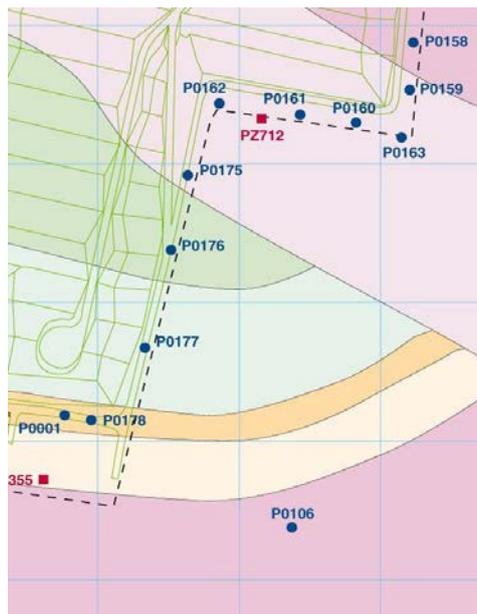
#### Surveillance physico-chimique

Les résultats des mesures physico-chimiques concernant les piézomètres sont présentés dans le **Tableau 7.4-29** et le **Tableau 7.4-30**.

Depuis janvier 2012, les teneurs en métaux sont en  $\mu\text{g/L}$  de métal dissous afin de comparer ces valeurs aux normes de qualité environnementales définies dans l'arrêté du 17 décembre 2008 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 ainsi qu'aux seuils définis dans l'annexe II de la circulaire du 23 octobre 2012 relative à l'application de l'arrêté du 17 décembre 2008. Ces valeurs seuil sont présentées dans le **Tableau 7.4-1**.

#### 5.1.4 Les 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 5-8**.



**Figure 5-8** piézomètres de la zone 1

##### 5.1.4.1 Suivi radiologique.

Le **Tableau 5.1-3** précise les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 1. Cette zone est située au Sud - Sud-Est du Centre, en amont hydraulique du CSM.

**Tableau 5.1-3 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 1 pour 2016**

Piézomètres zone 1 2016	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	0,14	0,22	0,2	0,24	4,93	7,4
PO158	0,1	0,15	0,2	0,26	10,9	34
PO159	0,07	0,09	0,14	0,18	5,5	7,5
PO160	0,3	0,36	0,27	0,28	<2,95	3,6
PO161	0,42	0,63	0,55	0,65	<2,35	<2,6
PO162	<0,15	<0,24	0,31	0,38	<2,30	<2,3
PO175	0,37	0,39	0,66	0,7	<2,20	<2,2
PO176	0,27	0,38	0,38	0,51	<2,20	<2,2
PO177	0,04	0,05	0,13	0,14	<3,75	<5,2
PO178	0,07	0,08	0,19	0,25	4,8	5,3

Comme constaté les années précédentes, les activités alpha, bêta des piézomètres PO161, PO175 sont plus élevées que celles des autres piézomètres de ce secteur. Pour autant, les résultats des analyses radiochimiques faites en 2013 ont permis d'écarter la présence de radionucléides type Pu, Cm, Am. Ces niveaux d'activité doivent donc provenir du massif géologique (schistes à calymènes de la formation d'Urville). L'hypothèse d'une provenance autre que le stockage est consolidée par les mesures de l'activité tritium de ces piézomètres proches des seuils de décision.

Le piézomètre PO158 présente une activité volumique moyenne en tritium supérieure aux limites de détection sans toutefois dépasser la limite de 100 Bq/L.

En 2016, les prélèvements concernant ces analyses radio isotopiques à bas seuil (**Tableau 7.4-31**) ont été réalisés entre les 19 et 20 avril sur les 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.

Hormis la présence de tritium, aucun radionucléide d'origine artificielle n'a été détecté.

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

Les activités tritium des piézomètres de cette zone au Sud-Est du Centre sont globalement stables, comprises entre le seuil et la limite de détection, sauf pour le PO158 où l'activité tritium maximum atteint 34 Bq/L, activité équivalente à celle mesurée sur ce même piézomètre les années précédentes.

#### 5.1.4.3 Suivi physico-chimique

La qualité des eaux souterraines est comparée à la grille de qualité par altération définie dans le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ) réalisée par les agences de l'eau et le ministère de l'écologie et du développement durable (rapport de présentation d'août 2003).

Cet outil opérationnel donne une indication sur l'état d'altération (écart par rapport à un état naturel). Il offre également une description de la qualité de l'eau par classes de qualité pour permettre de constituer des indicateurs de suivi d'action mais aussi d'obtenir une information simple et visuelle. Les mesures réalisées sur les piézomètres sont également comparées aux seuils définis dans les tableaux en annexe 1 et 2 de l'arrêté du 17 décembre 2008 et de la circulaire du 23 octobre 2012 (**Tableau 7.4-1**).

Les classes de qualité sont matérialisées par un code couleur présenté dans le **Tableau 5.1-4**.

**Tableau 5.1-4 Code couleur des classes d'état pour les eaux souterraines**

	Etat
	Eau de très bonne qualité
	Eau de bonne de qualité
	Eau de qualité moyenne
	Eau de qualité médiocre
	Eau de mauvaise qualité
HE	Hautes eaux
BE	Basses eaux

**Tableau 5.1-5 Suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 1 par altération**

Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération par micropolluants minéraux					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Arsenic	µg/L						
Bore	µg/L						
Cadmium	µg/L						
Chrome	µg/L						
Cuivre	µg/L						
Cyanures	µg/L						
Mercure	µg/L	0,49	0,90	0,49	0,80		
Nickel	µg/L						
Plomb	µg/L						
Zinc	µg/L		160				
Aluminium	µg/L	170	110				
Baryum	µg/L						
Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération nitrates					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L	24	27	10	13		
Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération par fer et manganèse					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Fer	µg/L						
Manganèse	µg/L	50	41				
Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération HAP					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP	µg/L						
Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération particule en suspension					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	10	12	50	1900	5	35
Zone 1 Sud, Sud-Est		Altération minéralisation et salinité					
		PO001		PO175		PO160	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	79	85	43	56	37	34
Sulfates	mg/L						
Potassium	mg/L						

Les paramètres examinés déterminent l'eau souterraine de cette zone comme de qualité très bonne à médiocre. Les paramètres la déclassant en qualité médiocre sont la teneur en MES, probablement liée à une sédimentation en fond de piézomètre ou un effondrement partiel de l'ouvrage(PO175) ainsi que les teneurs en mercure du piézomètre (PO001, PO175).

Hormis pour la teneur en MES du piézomètre PO175 en période de basses eaux, les seuils définis dans les annexes de l'arrêté du 17 décembre 2008 et de la circulaire du 23 octobre 2012 sont respectés.

### 5.1.5 Les 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.

Les principaux piézomètres de la zone 2 gérés par l'Andra sont représentés en bleu dans la **Figure 5-9**.



**Figure 5-9 piézomètres de la zone 2**

#### 5.1.5.1 Suivi radiologique

Le **Tableau 5.1-6** précise les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 2.

**Tableau 5.1-6 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 2 pour 2016**

Piézomètres zone 2 2016	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	0,28	0,57	0,52	0,77	25	32
PO151	0,04	0,05	0,11	0,13	4	6
PO170	0,43	0,57	0,55	0,55	2	2
PO171	0,13	0,38	0,18	0,34	72	105
PO172	0,04	0,08	0,12	0,15	165	182
PO173	0,06	0,09	0,14	0,18	2	3
PO174	0,29	0,75	0,57	1,35	15	18
PO179	0,11	0,15	0,24	0,27	2	2
PZ326	<0,06	0,29	<0,12	0,46	193	360

Comme constaté les années précédentes, les activités radiologiques alpha bêta des piézomètres PO150 et PO170 présentent des valeurs plus élevées que celles des autres piézomètres de ce secteur. En 2013, l'Andra a réalisé des analyses complémentaires en spectrométrie alpha qui comme pour les piézomètres de la zone 1 n'ont pas révélé la présence de radionucléides de type Pu, Cm, Am. Ces niveaux d'activité doivent donc provenir du massif géologique (grès feldspathiques).

Le secteur rapproché formé par les piézomètres PO171, PO172 et PZ326 présente une activité volumique moyenne tritium comprise entre 72 Bq/L et 193 Bq/L. Ces Valeurs sont supérieures à la moyenne du secteur mais cohérentes d'une année sur l'autre.

En 2016, des prélèvements concernant des analyses radioisotopiques à bas seuil (**Tableau 7.4-31**) ont été réalisés le 19 avril 2016 sur deux piézomètres situés en zone 2 Sud-Ouest (PO173, PO174).

Hormis la présence de tritium, aucune trace de radionucléide artificiel n'a été décelée.

5.1.5.2 Suivi de l'indicateur d'évolution du tritium

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique du tritium de la zone 2 au Sud-Ouest est présentée en Figure 5-10 ; l'évolution de la tendance entre 2015 et 2016 est donnée dans le Tableau 5.1-7.

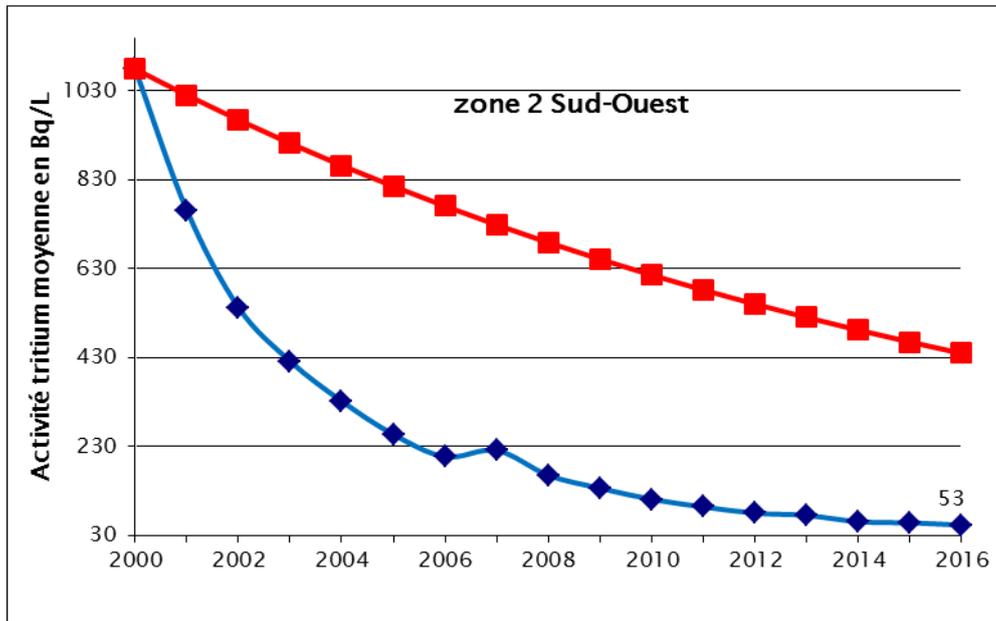


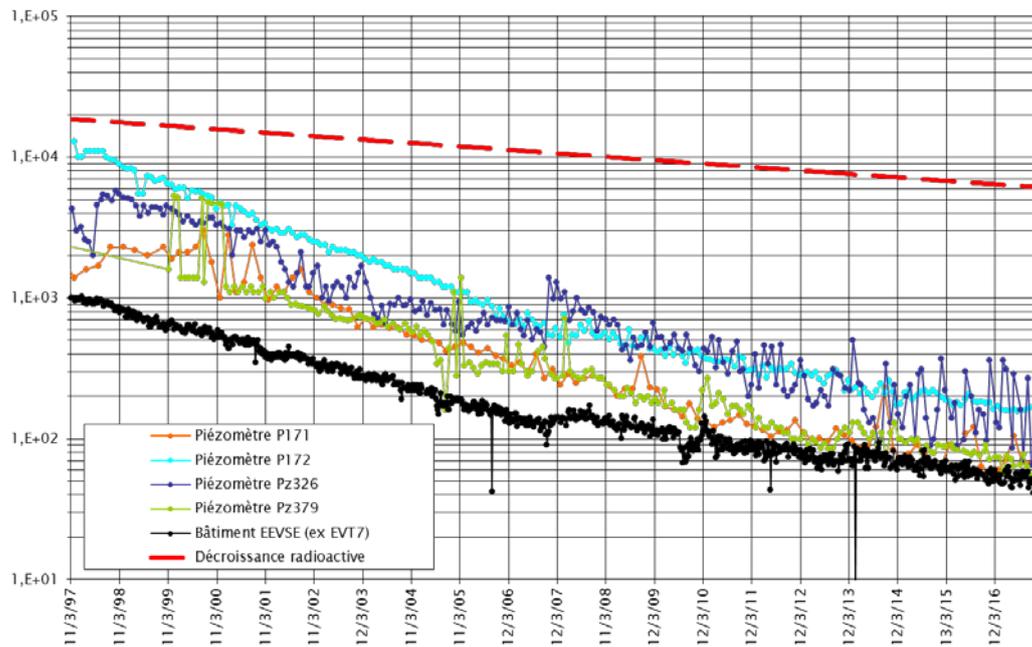
Figure 5-10 Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 2

Tableau 5.1-7 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 2

Piézomètres	Tendance 2015-2016	Commentaires
PO150	↘	L'indicateur de l'évolution du tritium de la zone 2 baisse légèrement amorçant une courbe d'évolution parallèle à l'axe de l'abscisse. Hormis pour le PZ326 qui présente une moyenne annuelle légèrement supérieure à celle de 2015, les variations de l'activité tritium des autres piézomètres de ce secteur sont de faibles amplitudes, globalement en légère baisse.
PO151	→	
PO170	→	
PO171	↘	
PO172	↘	
PO173	→	
PO174	↘	
PO179	→	
PZ326	↘	

La Figure 5-11 présente, sur une échelle de temps plus large, l'évolution de l'activité tritium des piézomètres du secteur de la zone 2.

On peut y constater la baisse régulière du tritium avec une pente plus forte que celle de la décroissance radioactive. L'évolution du tritium du PZ326 dans le secteur d'AREVA présente des variations plus accentuées depuis 2013, et comme vu précédemment, une légère augmentation de l'activité moyenne du tritium entre 2015 et 2016.



**Figure 5-11** Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Sud-Ouest

#### 5.1.5.3 Suivi physico-chimique

La qualité des eaux souterraines est comparée à de la grille de qualité par altération définie dans le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ) réalisée par les agences de l'eau et le ministère de l'écologie et du développement durable (rapport de présentation d'août 2003) (Cf. § 5.1.4.3).

Tableau 5.1-8 suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 2 par altération

Zone 2 Sud-Ouest		Altération par micropolluants minéraux					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Arsenic	µg/L						
Bore	µg/L						
Cadmium	µg/L						
Chrome	µg/L						
Cuivre	µg/L						
Cyanures	µg/L						
Mercure	µg/L						
Nickel	µg/L						
Plomb	µg/L						
Zinc	µg/L						
Aluminium	µg/L						
Baryum	µg/L						
Zone 2 Sud-Ouest		Altération par fer et manganèse					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Fer	µg/L						
Manganèse	µg/L						
Zone 2 Sud-Ouest		Altération Nitrates					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L	12					
Zone 2 Sud-Ouest		Altération HAP					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP	µg/L						
Zone 2 Sud-Ouest		Altération particule en suspension					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	8	9	230	120		
Zone 2 Sud-Ouest		Altération minéralisation et salinité					
		PO172		PO174		EEV-SE	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	45	49	34	38	47	54
Sulfates	mg/L						
Potassium	mg/L						

Les eaux de cette zone sont globalement de qualité bonne à très bonne. Cependant, les teneurs en MES classent l'eau souterraine de cette zone en qualité médiocre.

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. Hormis pour la teneur en MES, plus importante localement au niveau des piézomètres, la qualité des eaux au point de contrôle EEV-SE est cohérente avec celle mesurée dans l'eau des piézomètres PO172 et PO174. (Tableau 7.4-30 1/3 à 3/3).

Hormis pour les teneurs en MES du piézomètre PO174, les seuils définis dans les annexes de l'arrêté du 17 décembre 2008 et de la circulaire du 23 octobre 2012 sont respectés.

### 5.1.6 Les 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 5-12.

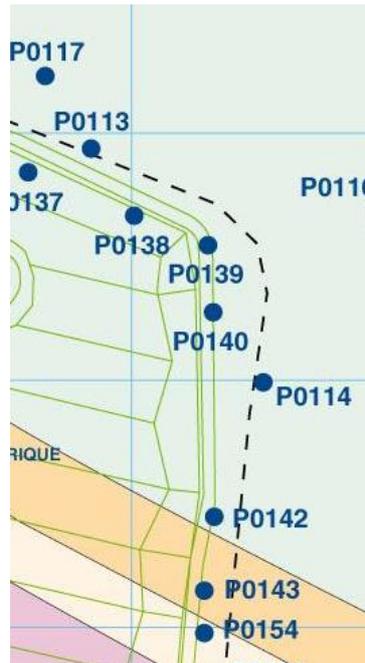


Figure 5-12 piézomètres de la zone 3

#### 5.1.6.1 Suivi radiologique

Le **Tableau 5.1-9** précise les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 3.

**Tableau 5.1-9 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 3 pour 2016**

Piézomètres zone 3 2016	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	<0,04	0,15	0,2	135	401
PO114	0,13	0,21	0,28	0,41	541	710
PO115	<0,04	<0,07	0,18	0,23	55	92
PO116	<0,02	<0,04	0,09	0,12	3	5
PO117	<0,03	<0,06	0,19	0,23	989	1180
PO137	<0,02	<0,07	0,22	0,29	5617	6000
PO138	<0,02	<0,04	0,23	0,26	587	770
PO139	0,04	0,1	0,31	0,48	973	1790
PO140	0,03	0,05	0,4	0,58	2268	4100
PO142	0,04	0,06	0,17	0,22	202	510
PO143	0,22	0,48	0,38	0,73	1510	2930
PO154	0,44	0,88	0,68	1,13	11	16

Les indicateurs de suivi des activités alpha et bêta présentent des valeurs comprises entre le seuil de décision et 0,44 Bq/L pour l'activité alpha et de 0,09 Bq/L à 0,68 Bq/L pour l'activité bêta. Les maximums d'activité radiologiques alpha et bêta sont mesurés dans le piézomètre PO154 en période de basses eaux. L'Andra réalisera, en 2017, une analyse en spectrométrie gamma sur ce piézomètre.

Les analyses radiologiques en spectrométrie gamma et scintillation liquide à bas seuil réalisées sur les piézomètres de ce secteur (PO140, PO137, PO113, PO138, PZ700) mettent principalement en évidence la présence de radioéléments naturels tels que le  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  ainsi que des traces de  $^{36}\text{Cl}$  (PO140) et de  $^{99}\text{Tc}$  (PO140) (**Tableau 7.4-31 1/4 à 4/4**). Les résultats d'analyses de 2015 et 2016 confirment la présence du  $^{36}\text{Cl}$  sur le PO140.

Contrôles croisés :

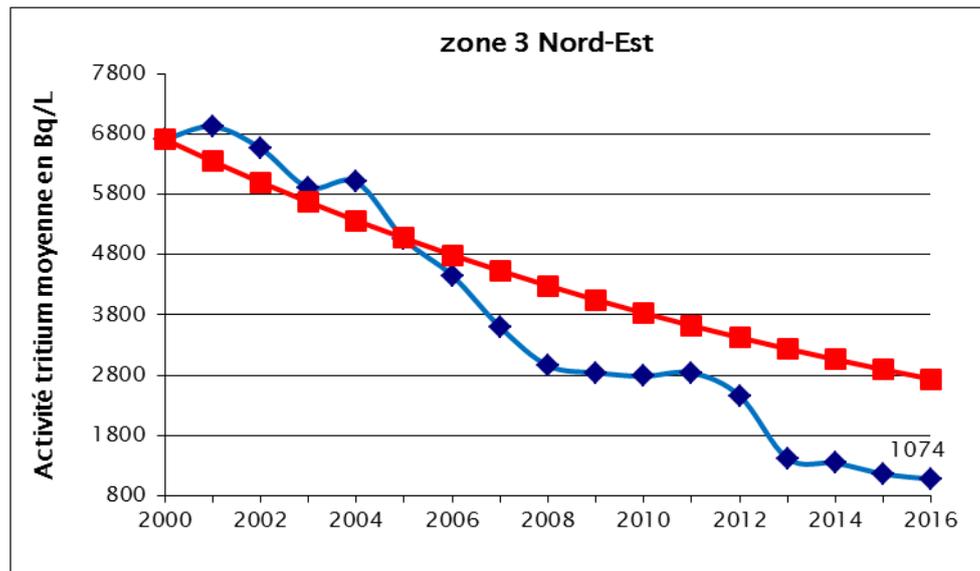
En 2016 l'Andra a réalisé avec le laboratoire SUBATECH un prélèvement contradictoire sur le piézomètre PO140. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-31 (4/4)**. La présence significative de  $^{36}\text{Cl}$  est confirmée avec toutefois un niveau d'activité plus faible ( $0,19 \pm 0,04$ ) Bq/L ; celle de  $^{99}\text{Tc}$  mesurée par le laboratoire EICHRON n'est pas confirmée par le laboratoire expert.

En août 2016, l'Andra a de nouveau réalisé des prélèvements dans les eaux souterraines sur les piézomètres ayant montré la présence significative de  $^{36}\text{Cl}$  lors de la campagne annuelle. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-31 (3/4)**. Seule la présence significative de  $^{36}\text{Cl}$  a été confirmée sur le piézomètre PO140 ; le résultat est toutefois associé à une forte incertitude sur la mesure.

Les activités radiologiques tritium des piézomètres de cette zone présentent des écarts importants couvrant une large gamme allant de 3 Bq/L pour le PO116 à 5617 Bq/L pour le PO137.

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

L'évolution pluriannuelle de l'activité volumique du tritium de la zone 3 au Nord-Est du Centre est présentée dans la **Figure 5-13** ; l'évolution de la tendance entre 2015 et 2016 est donnée dans le **Tableau 5.1-10**.



**Figure 5-13** Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 3

**Tableau 5.1-10 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 3**

Piézomètres	Tendance 2015-2016	Commentaires
PO113		<p>En 2016, l'indicateur de l'évolution du tritium de ce secteur baisse selon une pente suivant l'allure de la décroissante radioactive du tritium.</p> <p>Hormis les piézomètres PO142 et PO143 qui présentent une activité tritium en hausse, l'activité tritium des autres piézomètres de ce secteur diminuent ou restent stables pour les niveaux proches des seuils.</p> <p>L'activité tritium du PO137 situé sur la crête piézométrique de la nappe continue de baisser.</p>
PO114		
PO115		
PO116		
PO117		
PO137		
PO138		
PO139		
PO140		
PO142		
PO143		
PO154		

La **Figure 5-14** et la **Figure 5-15** 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 (**Figure 5-14**) et dans sa partie aval (**Figure 5-15**).

En effet, 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.

Les évolutions de ces piézomètres montrent pour certains des variations saisonnières ou des signaux parfois irréguliers dans le temps, mais néanmoins inscrits sur une échelle de temps élargie dans une tendance à la baisse.

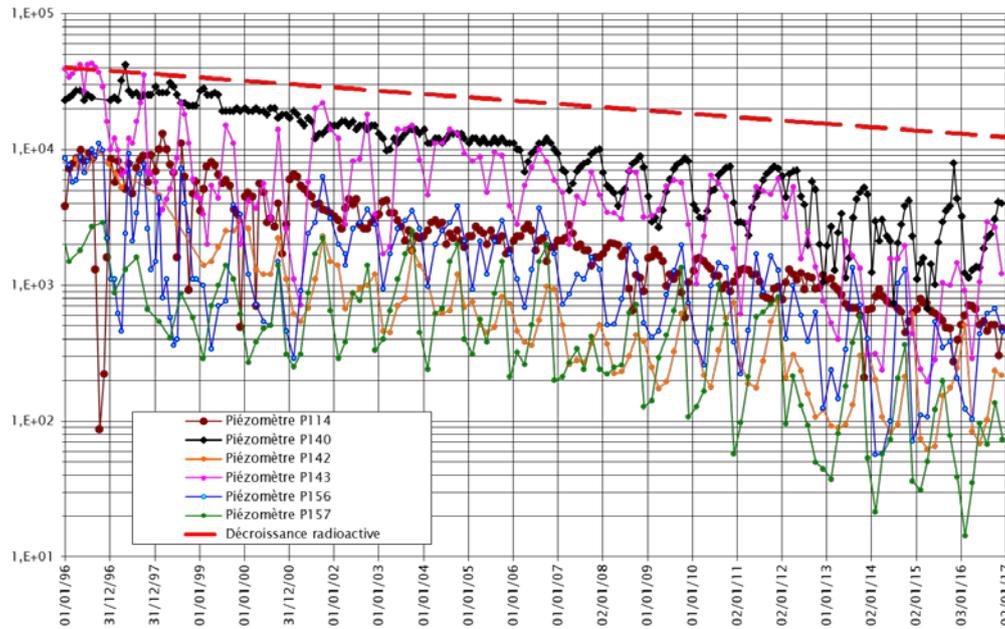


Figure 5-14 Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est

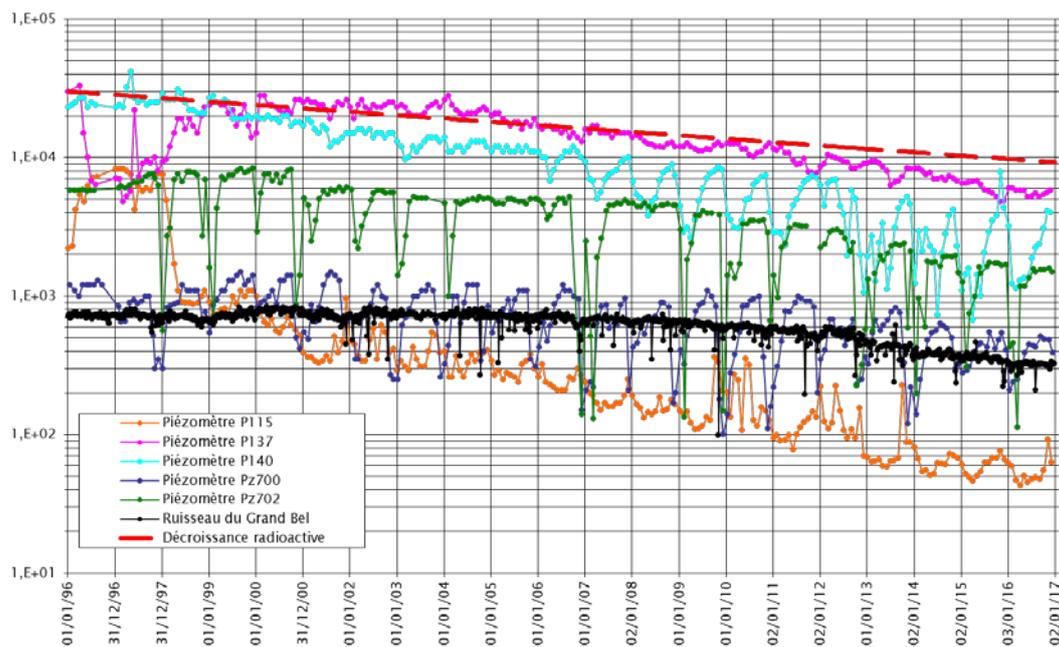


Figure 5-15 Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone Nord-Est aval

### 5.1.6.3 Suivi physico-chimique

La qualité des eaux souterraines est comparée à la grille de qualité par altération définie dans le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ) réalisée par les agences de l'eau et le ministère de l'écologie et du développement durable (rapport de présentation d'août 2003) (Cf. § 5.1.4.3).

Rappelons que 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.

**Tableau 5.1-11 suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone amont) par altération**

Zone 3 Nord-Est amont		Altération par micropolluants minéraux											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Arsenic	µg/L												
Bore	µg/L												
Cadmium	µg/L												
Chrome	µg/L												
Cuivre	µg/L												
Cyanures	µg/L												
Mercure	µg/L			1,1	0,7	0,6							
Nickel	µg/L												
Plomb	µg/L												
Zinc	µg/L												
Aluminium	µg/L							70	99				
Baryum	µg/L												

Zone 3 Nord-Est amont		Altération par fer et manganèse											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Fer	µg/L												
Manganèse	µg/L			38	30	58							

Zone 3 Nord-Est amont		Altération Nitrates											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L		12	21	18	16	17		11				

Zone 3 Nord-Est amont		Altération HAP											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP	µg/L						0,04						

Zone 3 Nord-Est amont		Altération particule en suspension											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	9	5	7	23	4	9		7	13	19	8	20

Zone 3 Nord-Est amont		Altération minéralisation et salinité											
		PO113		PO114		PO139		PO142		PO156		PO158	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	36	38	47	37	32	37	32	34	36	38	29	35
Sulfates	mg/L												
Potassium	mg/L												

Les eaux souterraines de ce secteur sont classées de qualité très bonne à médiocre. Les paramètres déclassant en qualité médiocre concernent :

- le mercure dont la présence est probablement liée aux activités anthropiques de la zone industrielle et à des pollutions anciennes,
- le manganèse présent dans l'environnement (fond géochimique) mais pouvant également venir de l'usure des tubages des piézomètres (PO158, tubage ancien en acier ordinaire),
- la présence de MES à des concentrations allant de 4 à 20 mg/L,

Hormis la présence de mercure au PO114 (1,1 µg/L) et de manganèse en période de hautes eaux au PO139 (58 µg/L), les autres seuils définis dans les annexes de l'arrêté du 17 décembre 2008 et dans la circulaire du 23 octobre 2012 sont respectés.

Des traces de HAP sont également notées dans le PO139 en période de basses eaux, en particulier les benzo (a) pyrène (0,01 µg/L), benzo (ghi) fluoranthène (0,01 µg/L) et le fluoranthène (0,02 µg/L) pour lesquelles une origine anthropique est privilégiée (circulation routière, activité de tonte ...).

**Tableau 5.1-12 suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 3 (zone aval) par altération**

Zone 3 Nord-Est aval		Altération par micropolluants minéraux							
		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Arsenic	µg/L						NR		
Bore	µg/L						NR		
Cadmium	µg/L						NR		
Chrome	µg/L						NR		
Cuivre	µg/L						NR		
Cyanures	µg/L				8		NR		
Mercure	µg/L						NR		
Nickel	µg/L						NR		
Plomb	µg/L						NR		
Zinc	µg/L						NR		
Aluminium	µg/L						NR		
Baryum	µg/L						NR		
Zone 3 Nord-Est aval		Altération par fer et manganèse							
		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Fer	µg/L			170	5500		NR		
Manganèse	µg/L			100	85		NR		
Zone 3 Nord-Est aval		Altération HAP							
		PO115		PZ700		PZ702		Pz715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP	µg/L						NR		
Zone 3 Nord-Est aval		Altération nitrates							
		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L	21	22			25	NR	40	27
Zone 3 Nord-Est aval		Altération particule en suspension							
		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	3	11	13	40	41	NR	9	9
Zone 3 Nord-Est aval		Altération minéralisation et salinité							
		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	40	44	40	51	39	NR	41	52
Sulfates	mg/L						NR		
Potassium	mg/L						NR		

Les eaux souterraines de ce secteur sont classées de qualité très bonne à médiocre. Les paramètres déclassant en qualité médiocre concernent :

- le manganèse et le fer (PZ700) qui dans ce cas précis viennent de la dégradation du tubage du piézomètre (tubage ancien en acier ordinaire),
- la présence de MES à des concentrations allant de 4 à 41 mg/L, présence également due pour les PZ700 et PZ702 à la dégradation des tubages,
- les teneurs en nitrates, témoins de l'activité agricole du secteur.

Hormis la dégradation du tubage du PZ700 qui occasionne un dépassement des seuils de MES, de fer et de manganèse, les autres seuils définis dans les annexes de l'arrêté du 17 décembre 2008 et dans la circulaire du 23 octobre 2012 sont respectés.

### 5.1.7 Les piézomètres du secteur Nord-Ouest (Zone 4)

Cette zone est située au Nord-Ouest du Centre. Les piézomètres qui la composent surveillent 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 5-16**.

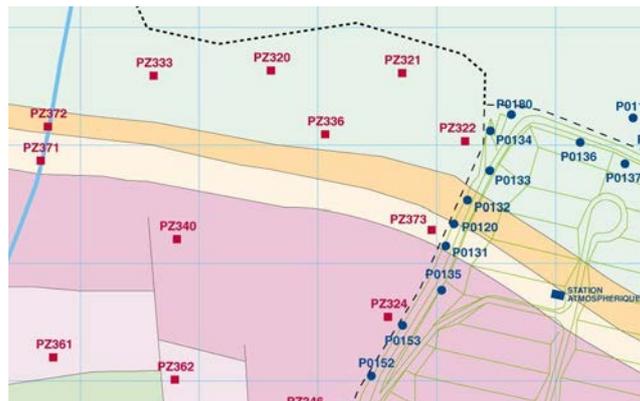


Figure 5-16 piézomètres de la zone 4

#### 5.1.7.1 Suivi radiologique

Le Tableau 5.1-13 précise les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 4.

Tableau 5.1-13 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 4 pour 2016

Piézo- mètres zone 4 2016	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	0,37	0,46	0,57	14825	19100
PO131	0,19	0,24	0,45	0,61	71500	78000
PO132	0,08	0,12	0,21	0,26	2248	3300
PO133	0,06	0,08	0,13	0,16	590	1170
PO134	<0,03	<0,04	0,13	0,22	195	427
PO135	0,03	0,05	0,1	0,13	712	1100
PO136	0,05	0,06	0,21	0,29	1689	4700
PO152	<0,03	<0,04	0,06	0,09	60	81
PO153	0,04	0,06	0,16	0,18	534	820
PO180	0,15	0,22	0,33	0,42	1573	2070
PZ320	<0,04	<0,06	<0,10	<0,15	36	120
PZ321	<0,04	<0,08	<0,13	0,18	109	180
PZ322	<0,06	<0,27	<0,16	<0,50	371	980
PZ324	<0,03	<0,05	<0,08	0,11	14	19

Les indicateurs de suivi des activités alpha et bêta présentent des valeurs comprises entre le seuil de décision et 0,21 Bq/L pour l'activité alpha et le seuil de décision et 0,46 Bq/L pour l'activité bêta.

Les analyses radiologiques en spectrométrie gamma et scintillation liquide à bas seuil réalisées sur les piézomètres de ce secteur (PO131, PO180, PO168) mettent en évidence, hormis la présence du tritium, celle naturelle de  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  ainsi que des traces de  $^{36}\text{Cl}$  dans les PO131 et PO180 (Tableau 7.4-31). La mesure significative de  $^{36}\text{Cl}$  n'a pas été confirmée par le prélèvement contradictoire réalisé en août 2016.

#### 5.1.7.2 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 5-17 ; l'évolution de la tendance entre 2015 et 2016 est donnée dans le Tableau 5.1-14.

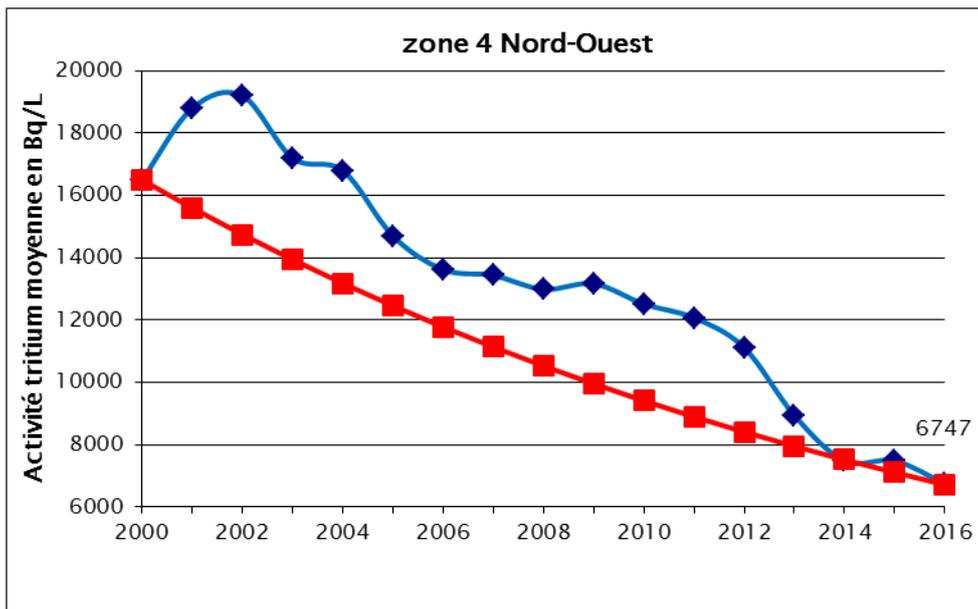


Figure 5-17 Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 4

Tableau 5.1-14 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 4

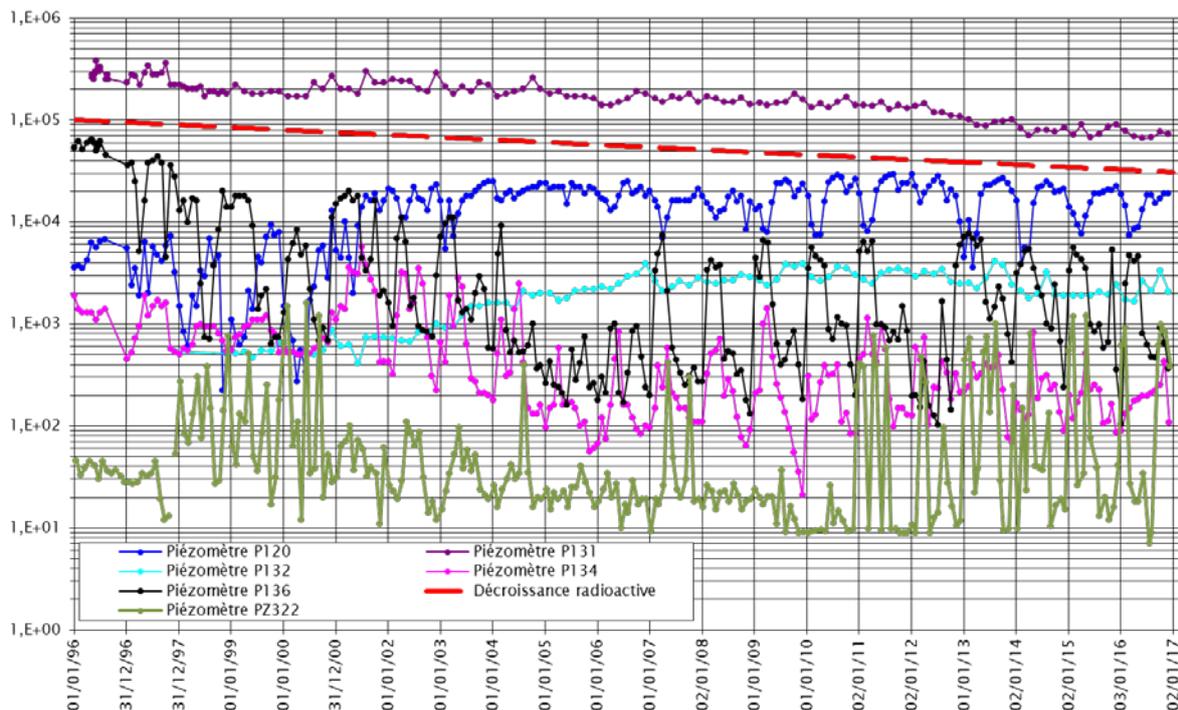
Piézomètres	Tendance 2015-2016	Commentaires
PO120	↘	<p>En 2016, l'indicateur de l'évolution du tritium de ce secteur diminue et rejoint la courbe de l'allure de la décroissance radioactive du tritium.</p> <p>Les piézomètres présentant les niveaux d'activité tritium les plus élevés (PO131, PO120 et PO136) voient leur activité tritium diminuer en 2016, influençant ainsi majoritairement le calcul de l'indicateur.</p> <p>L'activité tritium des piézomètres PO132 et PO135 augmentent respectivement de 12 % et 33 % entre 2015 et 2016 ; les PZ322 et PZ320 augmentent également, mais dans des gammes d'activité plus faibles.</p>
PO131	↘	
PO132	↗	
PO133	↗	
PO134	↘	
PO135	↗	
PO136	↘	
PO152	↘	
PO153	↘	
PO180	↘	
PZ320	↗	
PZ321	↘	
PZ322	↗	
PZ324	↘	

La Figure 5-18 présente, sur une échelle de temps plus large, l'évolution de l'activité tritium des piézomètres du secteur de la zone 4. La Figure 5-19 présente dans ce secteur les piézomètres situés sur le site d'AREVA.

L'évolution des piézomètres de ce secteur est contrastée. Les piézomètres PO120, PO132 et PO134, malgré des variations saisonnières, présentent une activité tritium moyenne en légère baisse. Le PO131 montre entre 2012 et 2014 une baisse plus rapide que l'allure de la pente de la décroissance radioactive puis une allure qui suit celle de la décroissance radioactive. L'activité tritium du piézomètre PZ322 évolue dans une gamme d'activité moyenne comprise entre 10 et 100 Bq/L avec toutefois, depuis 2011, des variations rapides à 1000 Bq/L, rappelant la période 1997 - 2000.

Hormis le piézomètre PZ340 qui présente une décroissance régulière de l'activité tritium depuis l'origine, l'activité tritium des piézomètres PZ371 et PZ324 évolue selon des tendances sous influence :

- l'activité 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 AREVA NC et qui s'expliquent par le détournement vers ce piézomètre des lignes de courant venant du PO153. L'activité tritium de ce piézomètre décroît depuis à un rythme plus rapide que celui de la décroissance radioactive.
- l'activité tritium du PZ371 augmente régulièrement jusqu'en 2008 puis présente une tendance à la baisse depuis, avec toutefois une inversion de tendance depuis 2014 qui se confirme en 2016. Ce piézomètre subit les aménagements réalisés par AREVA NC autour du bassin pluvial Nord-Est (mise en service de la pompe R0 et raccordement des drains sous bassin au réseau Gravitare à risque).



**Figure 5-18** Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord-Ouest

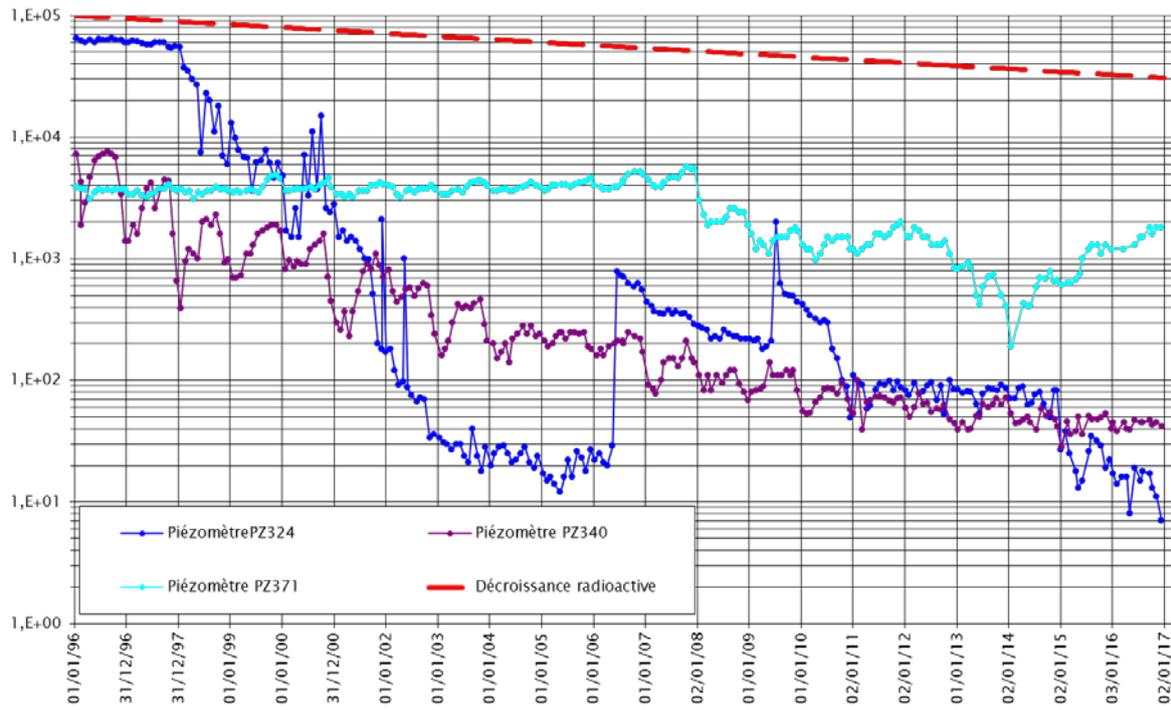


Figure 5-19 Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres -zone AREVA Nord-Ouest

## 5.1.7.3 Suivi physico-chimique

La qualité des eaux souterraines est évaluée à partir de la grille de qualité par altération définie dans le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ) réalisée par les agences de l'eau et le ministère de l'écologie et du développement durable (rapport de présentation d'août 2003) (Cf. § 5.1.4.3).

**Tableau 5.1-15** suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 4 par altération

Zone 4 Nord-Ouest		Altération par micropolluants minéraux											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Arsenic	µg/L												
Bore	µg/L												
Cadmium	µg/L												
Chrome	µg/L												
Cuivre	µg/L												
Cyanures	µg/L												
Mercurure	µg/L											0,69	
Nickel	µg/L												
Plomb	µg/L												
Zinc	µg/L												
Aluminium	µg/L			120	73								
Baryum	µg/L												
Zone 4 Nord-Ouest		Altération par fer et manganèse											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Fer	µg/L								390				
Manganèse	µg/L			40	29			65	2300	44			26
Zone 4 Nord-Ouest		Altération HAP											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP	µg/L												
Zone 4 Nord-Ouest		Altération nitrates											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L	13	15					10					
Zone 4 Nord-Ouest		Altération particule en suspension											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	3	3		5		5	28	47	22	22	5	8
Zone 4 Nord-Ouest		Altération minéralisation et salinité											
		PO131		PO136		PO153		PO168		PO180		PZ322	
Paramètres	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	44	49	26				44	53	34	34	29	31
Sulfates	mg/L												
Potassium	mg/L												

Les eaux souterraines de ce secteur sont classées de qualité très bonne à mauvaise. Les paramètres déclassant en qualité médiocre à mauvaise concernent :

- le manganèse (PO168) qui dans ce cas précis vient de la dégradation du tubage du piézomètre (tubage ancien en acier ordinaire),
- la présence de MES à des concentrations allant de 3 à 47 mg/L (présence également due pour le PO168 à la dégradation du tubage).

Hormis la dégradation du tubage du PO168 qui occasionne un dépassement des seuils de MES, de fer et de manganèse, les autres seuils définis dans les annexes de l'arrêté du 17 décembre 2008 et dans la circulaire du 23 octobre 2012 sont respectés.

### 5.1.8 Les 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 5-20**.

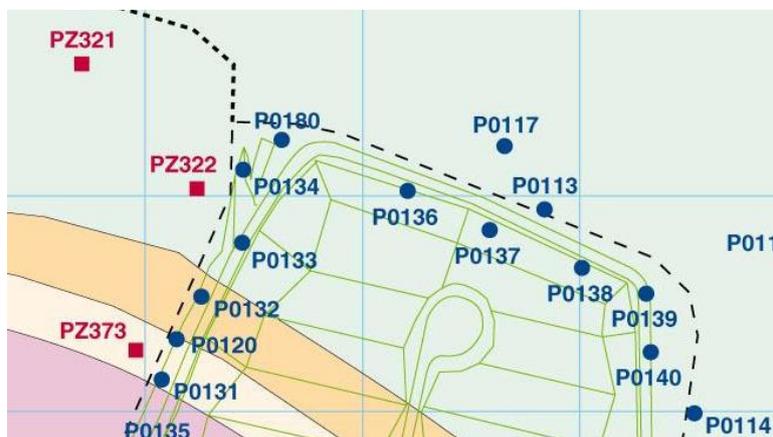


Figure 5-20 piézomètres de la zone 5

#### 5.1.8.1 Suivi radiologique

Le **Tableau 5.1-16** précise les niveaux d'activités radiologiques des piézomètres de la zone 5.

**Tableau 5.1-16 Indicateurs radiologiques des piézomètres de la zone 5 pour 2016**

Piézomètres zone 5 2016	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	<0,04	0,15	0,2	135	401
PO114	0,13	0,21	0,28	0,41	541	710
PO117	<0,03	<0,06	0,19	0,23	989	1180
PO133	0,06	0,08	0,13	0,16	590	1170
PO134	<0,03	<0,04	0,13	0,22	195	427
PO136	0,05	0,06	0,21	0,29	1689	4700
PO137	<0,02	<0,07	0,22	0,29	5617	6000
PO138	<0,02	<0,04	0,23	0,26	587	770
PO139	0,04	0,1	0,31	0,48	973	1790
PO140	0,03	0,05	0,4	0,58	2268	4100
PO180	0,15	0,22	0,33	0,42	1573	2070
PO142	0,04	0,06	0,17	0,22	202	510

L'indicateur de suivi de l'activité alpha est au niveau du seuil de décision hormis pour le PO180 à 0,15 Bq/L ; celui de l'activité bêta est compris entre 0,13 Bq/L et 0,33 Bq/L.

L'activité tritium du piézomètre PO137 (situé sur la crête piézométrique entre le bassin versant du ruisseau du Grand Bel et celui du ruisseau de la Sainte-Hélène), peu sensible aux variations saisonnières et présentant l'activité la plus élevée de ce secteur, continue de décroître, confirmant ainsi la baisse du tritium au Nord du Centre.

#### 5.1.8.2 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 5-21** ; l'évolution de la tendance entre 2015 et 2016 est donnée dans le **Tableau 5.1-17**.

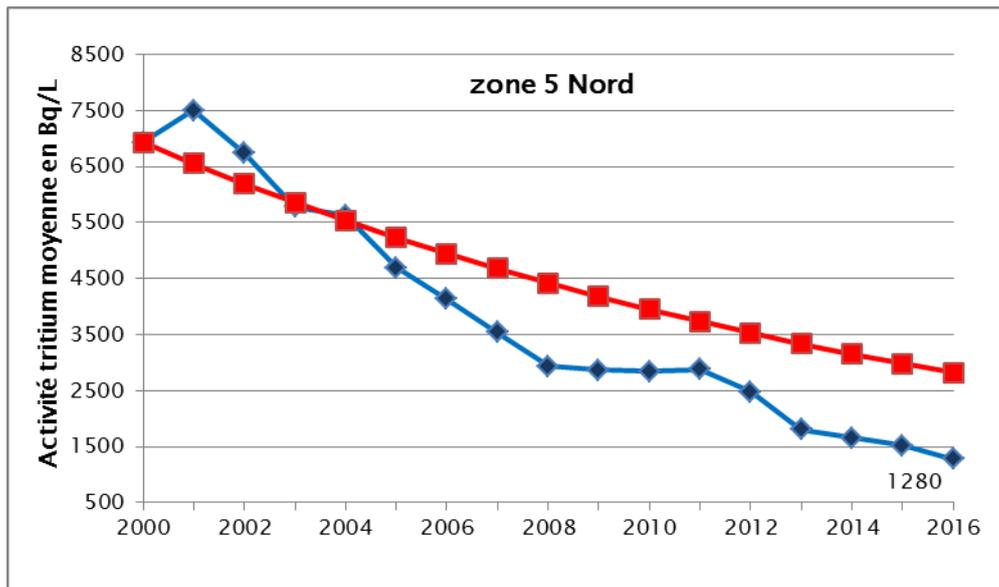


Figure 5-21 Indicateur de l'évolution de la moyenne des activités tritium moyenne de la zone 5

Tableau 5.1-17 Présentation de la tendance tritium des piézomètres de la zone 5

Piézomètres	Tendance 2015-2016	Commentaires
PO113	↗	Après un palier de 2008 à 2011, suivi d'une baisse rapide de 2012 à 2013, l'allure de la courbe du tritium suit une pente parallèle voire légèrement plus forte que celle de la décroissance radioactive du tritium. L'activité tritium est globalement en baisse sur l'ensemble des piézomètres, sauf le PO133 et le PO113 qui enregistrent une activité en légère hausse peu significative.
PO114	↘	
PO117	↘	
PO133	↗	
PO134	↗	
PO136	↘	
PO137	↘	
PO138	↘	
PO139	↘	
PO140	↘	
PO180	↘	
PO142	↘	

La Figure 5-22 présente, sur une échelle de temps plus large, l'évolution des piézomètres du secteur de la zone 5.

Après une augmentation par palier entre 2004 et 2012 et une forte baisse en 2013, l'activité tritium du piézomètre PO138 atteint de nouveau un palier en janvier 2014 puis amorce une décroissance depuis 2015 qui se prolonge en 2016. Le piézomètre PO117, qui montrait une tendance de l'activité tritium à la hausse depuis 2012, atteint une activité max aux environs de 1500 Bq/L et amorce une décroissance.

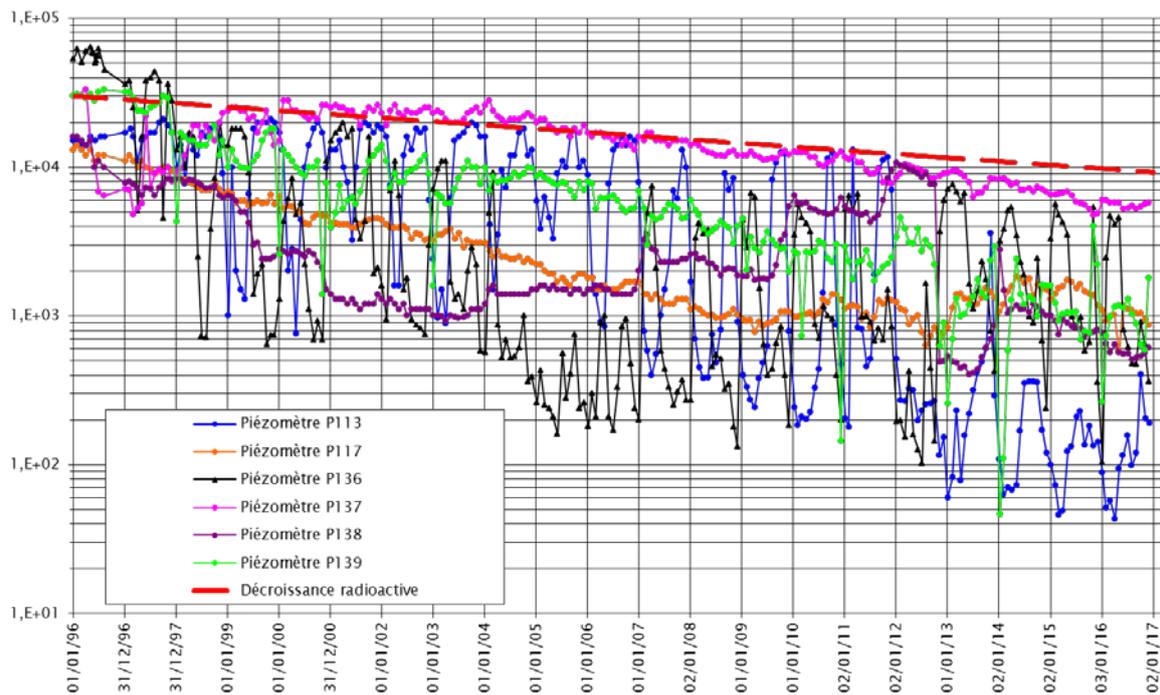


Figure 5-22 Evolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres - zone Nord

### 5.1.8.3 Suivi physico-chimique

La qualité des eaux souterraines est comparée à la grille de qualité par altération définie dans le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ) réalisée par les agences de l'eau et le ministère de l'écologie et du développement durable (rapport de présentation d'août 2003).

Tableau 5.1-18 suivi de la qualité des eaux souterraines de la zone 5 par altération

Zone 5 Nord		Altération par micropolluants minéraux									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	HE	BE	HE	HE	HE	BE		HE	BE	HE	BE
Arsenic											
Bore											
Cadmium											
Chrome											
Cuivre											
Cyanures											
Mercure				1,1	0,7	0,6					
Nickel											
Plomb											
Zinc											
Aluminium				42				120	73		
Baryum											
Zone 5 Nord		Altération par fer et manganèse									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	HE	BE	HE	HE	HE	BE		HE	BE	HE	BE
Fer											
Manganèse				38	30	58		40	29	44	
Zone 5 Nord		Altération HAP									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	HE	BE	HE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Somme HAP							0,04				
Zone 5 Nord		Altération nitrates									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Nitrates	mg/L		12	21	18	16	17				
Zone 5 Nord		Altération particule en suspension									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
MES	mg/L	9	5	7	23	4	9		5	22	22
Zone 5 Nord		Altération minéralisation et salinité									
Paramètres		PO113		PO114		PO139		PO136		PO180	
	Unité	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE	HE	BE
Chlorures	mg/L	36	38	47	37	32	37	26		34	34
Sulfates	mg/L										
Potassium	mg/L										

Les eaux souterraines de ce secteur sont classées de qualité très bonne à médiocre. Les paramètres déclassant en qualité médiocre concernent :

- la présence de mercure liée à une pollution ancienne dans la zone industrielle,
- la présence de MES à des concentrations allant de 4 à 23 mg/L.

L'altération liée à la présence de mercure est principalement située dans le secteur Est du Centre ; celle inhérente aux teneurs MES est plus uniformément répartie.

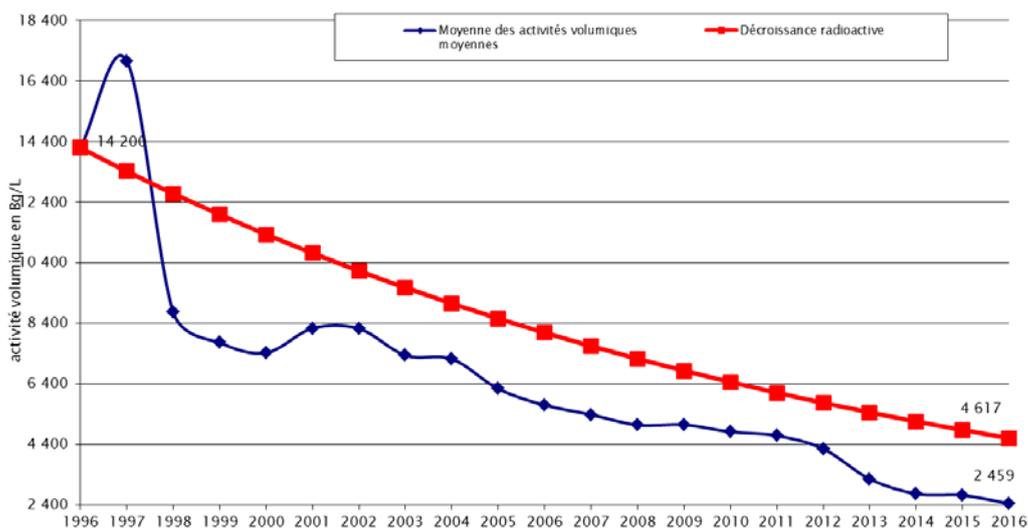
5.1.8.4 Suivi de l'indicateur global du tritium au droit du Centre

Le **Tableau 5.1-19** et la **Figure 5-23** 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 [REF 7] :

**Tableau 5.1-19 Moyenne de l'activité volumique tritium dans les piézomètres depuis 2000**

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Moyenne des activités volumiques moyennes</b>	Bq/L	7 431	8 242	8 230	7 349	7 230	6 244	5 705	5 392	5 050	5 058	4 821	4 699	4 262	3 264	2 777	2 728	2 459
<b>Décroissance radioactive</b>	Bq/L	11 343	10 723	10 137	9 584	9 060	8 565	8 097	7 655	7 237	6 842	6 468	6 115	5 781	5 465	5 166	4 884	4 617

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 sus référencé [REF 7] : PO001, PO178, PO179, PO170, PO171, PO172, PO173, PO174, PO150, PO151, PO152, PO153, PO135, PO131, PO120, PO133, PO136, PO134, PO180, PO117, PO113, PO138, PO139, PO140, PO114, PO143, PO154, PO155, PO156, PO157, PO158, PO159, PO160, PO161, PO162, PO175, PO176, PO163, PO137, PO177, PZ326, PZ324, PZ322 et PZ712.



**Figure 5-23 Indicateur de l'évolution de l'activité moyenne tritium dans les piézomètres au droit du Centre depuis 1996**

L'indicateur de l'évolution globale du tritium au droit du Centre montre en 2016 une baisse présentant une allure parallèle à celle de la décroissance radioactive.

### 5.1.9 Conclusion du suivi des piézomètres

Les années 2013-2014 à 2015-2016 présentent des recharges plus modérées, proches des moyennes depuis 1964 (336 mm). Le léger déficit de recharge de 2014-2015 puis 2015-2016 permet toutefois d'avoir des hautes eaux moins marquées que 2013-2014, mais encore très hautes vis-à-vis des années antérieures ; les basses eaux de 2015 restent plus hautes que celles des deux années passées, mais celles de 2016 montrent des niveaux plus bas.

La baisse de l'activité tritium de l'indicateur global et des indicateurs par secteur se poursuit.

Comme en 2014 et 2015, la présence de  $^{36}\text{Cl}$  a été détectée au piézomètre PO140. Cette activité radiologique a été confirmée lors d'un prélèvement croisé réalisé le 20 avril 2016 ainsi que lors d'un prélèvement contradictoire en août 2016. Ces mesures sont toutefois associées à de fortes incertitudes et les méthodes d'analyses utilisées par les laboratoires divergent.

Sur la base des résultats donnés par ces expertises, l'Andra a entrepris une campagne de mesure du  $^{36}\text{Cl}$  sur l'ensemble des piézomètres Andra ainsi que dans l'air des galeries du RSGE et des chambres de drainage. Les objectifs de cette expertise sont de cartographier la présence de  $^{36}\text{Cl}$ , de consolider la méthode de mesure avec les laboratoires prestataires et de comprendre le mode de transfert de ce RN dans l'environnement. Cette expertise se déroulera d'octobre 2016 à décembre 2017. Les résultats seront diffusés à l'ASN par les bilans et comptes-rendus d'activité et présentés dans le bilan annuel 2017.

Le suivi des paramètres physico-chimiques montre toujours la présence de mercure à des teneurs inférieures ou proches du seuil de l'arrêté du 17 décembre 2008 (1 $\mu\text{g/L}$ ), traceur d'une pollution ancienne indépendante de l'activité du Centre. Les teneurs des autres paramètres identifiés par cet arrêté (cadmium, arsenic, plomb) sont inférieures aux seuils prescrits. La présence de fer et de manganèse est liée à la dégradation des tubages (PO168, PZ700). La présence de MES (PO168, PZ700) est également liée à une dégradation des tubages ou à des phénomènes de sédimentation en fond, voire d'effondrement (PO174, PO175). Le piézomètre PZ715 situé à proximité du PZ702 remplacera, à partir de 2017 pour le suivi physico-chimique des eaux souterraines, le piézomètre PZ702 qui était moins profond et généralement à sec en période basses eaux.

### 5.1.10 Etudes et suivis particuliers : expertise tritium des eaux souterraines

#### 5.1.10.1 Généralité - contexte

En 2012, la CLI de l'Andra a effectué une étude sur l'activité tritium des eaux souterraines au droit du Centre à différentes profondeurs dans les piézomètres, afin de vérifier la représentativité des résultats d'activité tritium transmis par l'Andra et éventuellement mettre en évidence une possible stratification.

Les piézomètres choisis pour réaliser cette étude ont été identifiés par la CLI lors d'un comité de pilotage. Il s'agit (**Figure 5-24**) :

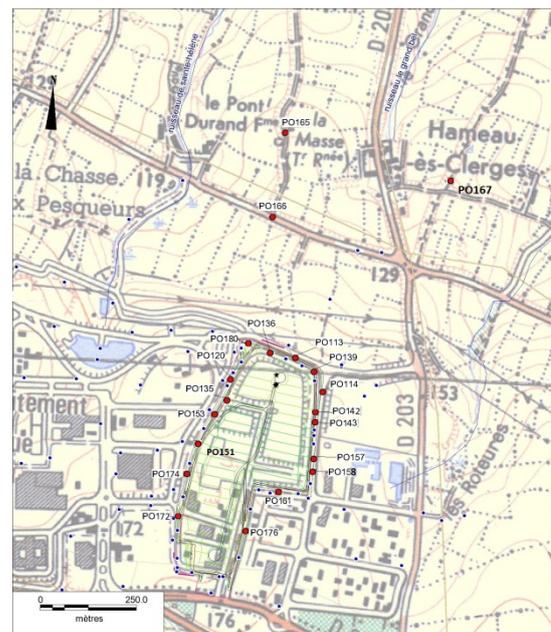
- PO166 (situé à l'extérieur du Centre sur une ligne médiane aux deux bassins versants) ;
- PO157 (situé au Nord-Est à proximité de la zone de recharge) ;
- PO114 (situé à l'extérieur proche au Nord-Est sur le bassin versant du Grand Bel) ;
- PO113 (situé à l'extérieur proche au Nord) ;
- PO136 (situé à l'intérieur au Nord) ;
- PO135 (situé à l'Ouest) ;
- PO139 (situé au Nord-Est) ;
- PO120 (situé à l'Ouest).

Cette étude a montré que certains piézomètres présentent une stratification de l'activité tritium, plus ou moins importante selon les piézomètres, majoritairement plus forte en profondeur, mais pas systématiquement pour certains d'entre eux, comme le piézomètre PO157 ne montrant pas de stratification ou le piézomètre PO136 dont l'activité tritium est plus élevée à l'horizon de la surveillance en période de hautes eaux.

Compte-tenu, de ces premiers constats, l'Andra a prolongé depuis 2012 cette expertise et souhaite d'ici 2019 expertiser l'ensemble des piézomètres Andra.

L'expertise a été étendue aux piézomètres PO158, PO165, PO151, PO167, PO180, PO142, PO172. En 2016, l'Andra a conservé deux piézomètres de l'expertise de base et en a rajouté cinq, les piézomètres PO176, PO174, PO143, PO161 et PO153.

**Figure 5-24** Situation des piézomètres expertisés



#### 5.1.10.2 Protocole de prélèvements – préparation des échantillons avant mesure

En 2016, l'Andra a réalisé quatre campagnes de prélèvements ayant pour objectif de vérifier la présence ou pas d'un gradient d'activité tritium dans les piézomètres du CSM. Cette étude a consisté à effectuer 4 prélèvements à 4 profondeurs différentes sur les 7 piézomètres identifiés ci-dessus. Ces campagnes ont été réalisées aux mêmes périodes que celles des campagnes précédentes.

Les dates et les profondeurs de prélèvement de l'expertise de 2016 ainsi que les hauteurs sondées par piézomètres sont présentées dans le **Tableau 7.5-8**.

Une mesure de hauteur de nappe est réalisée avant le prélèvement. La première profondeur est adaptée en fonction du résultat de la hauteur de la nappe.

L'échantillonnage des eaux souterraines est réalisé, comme pour la campagne initiale de 2012 avec un dispositif permettant une prise directe à la profondeur explorée. Il s'agit d'un tube de prélèvement à clapet d'un volume utile de 0,6 litre. Le dispositif initialement ouvert est immergé puis refermé à l'aide d'un messenger à la profondeur souhaitée.

Afin de ne pas perturber la colonne d'eau, les prélèvements sont réalisés de la première profondeur vers la quatrième profondeur.

La deuxième profondeur de prélèvement choisie correspond à celle établie par l'Andra dans le cadre de sa propre surveillance.

Chacun des 2 prélèvements effectués par piézomètre est découpé en 2 échantillons : un échantillon est analysé par le laboratoire EICHROM, le deuxième est conservé par l'Andra en cas de problème lors du transport ou lors de la mesure.

#### 5.1.10.3 Résultats de l'étude et commentaires

L'ensemble des interprétations faites ci-dessous exclut systématiquement la première profondeur d'investigation, jugée trop influencée par les effets de surface (souvent en limite et parfois même en dehors de la zone crépinée du piézomètre).

Par piézomètres, les **Tableau 7.5-1** à **Tableau 7.5-7** présentent les caractéristiques des piézomètres expertisés ainsi que les résultats des analyses par profondeur et une comparaison entre les activités moyennes tritium de l'expertise et les résultats de la surveillance.

Pour une meilleure lisibilité, le rapport de l'activité moyenne par campagne sur la moyenne à la profondeur de la surveillance est appelé **R1** ; celui de l'activité moyenne par campagne sur la moyenne annuelle de la surveillance est nommé **R2**.

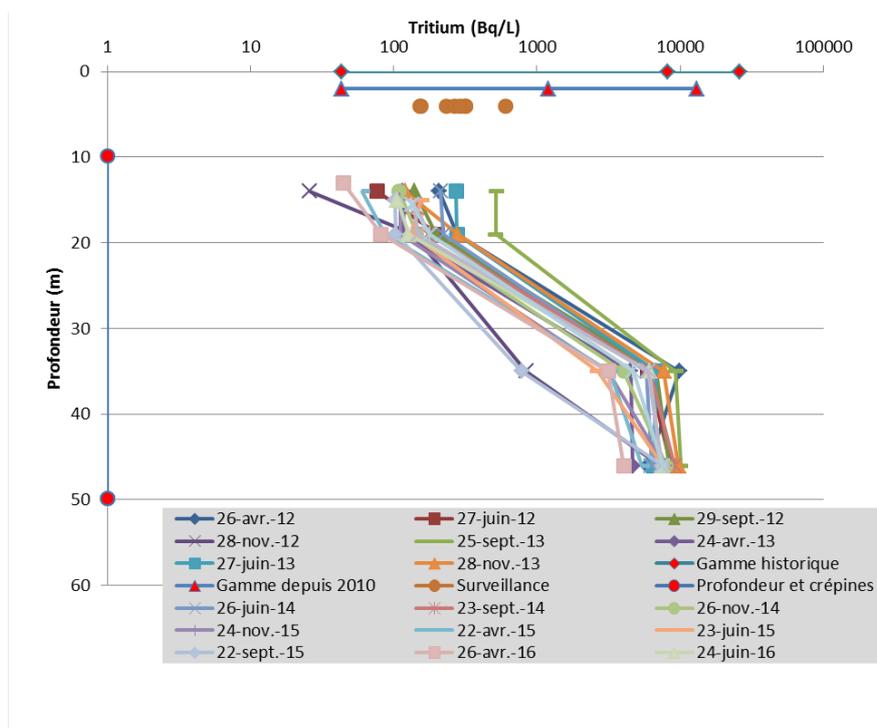
Commentaire de l'expertise en PO113

Description lithologique : De 0 à 15 m l'ouvrage traverse une alternance de grès feldspathiques et grès argilo-schisteux qui laisse place, de 15 à 50 m, à des grès moyens feldspathiques. L'ensemble des niveaux géologiques traversés est décrit comme peu altéré.

Le **Tableau 7.5-1** présente une synthèse de l'expertise 2016 menée sur le piézomètre PO113.

Comme pour les expertises précédentes, le piézomètre PO113 est marqué, en 2016, par une augmentation des concentrations en tritium vers les profondeurs 35 à 46 m qui se traduit par des coefficients **R1 et R2** de 37 pour la profondeur 3 à 50 pour la profondeur 4 (**Figure 5-25**).

Ce piézomètre ne montre plus, depuis plusieurs années, les augmentations d'activité tritium en période de basses eaux. Ce changement de comportement peut être dû aux pompages réalisés sur ce piézomètre en 2006 et 2011 par des associations anti-nucléaires, pompages pouvant conduire à l'obturation des chemins préférentiels habituels de circulation d'eau par des fines et/ou l'ouverture d'autres chemins d'écoulement à des hauteurs moins marquées en tritium mais également aux recharges excédentaires de la nappe depuis ces dernières années, conduisant à des niveaux de nappe élevés et favorisant l'apport d'eau non marquée à la profondeur de surveillance au détriment de ligne de courant provenant du stockage.



**Figure 5-25** Expertise du PO113

Conclusion partielle

Ce piézomètre est celui qui présente des écarts les plus importants entre l'activité tritium mesurée en 2<sup>ème</sup> profondeur et celles des profondeurs 3 et 4. Les variations saisonnières de l'activité tritium à l'horizon de la surveillance ont disparu depuis plusieurs années. Cette situation peut être due aux évolutions de recharge de nappe influant sur les directions des lignes de courant (provenance ou pas des ouvrages de stockage) mais également à des pompages ayant pu perturber le massif aux abords du piézomètre.

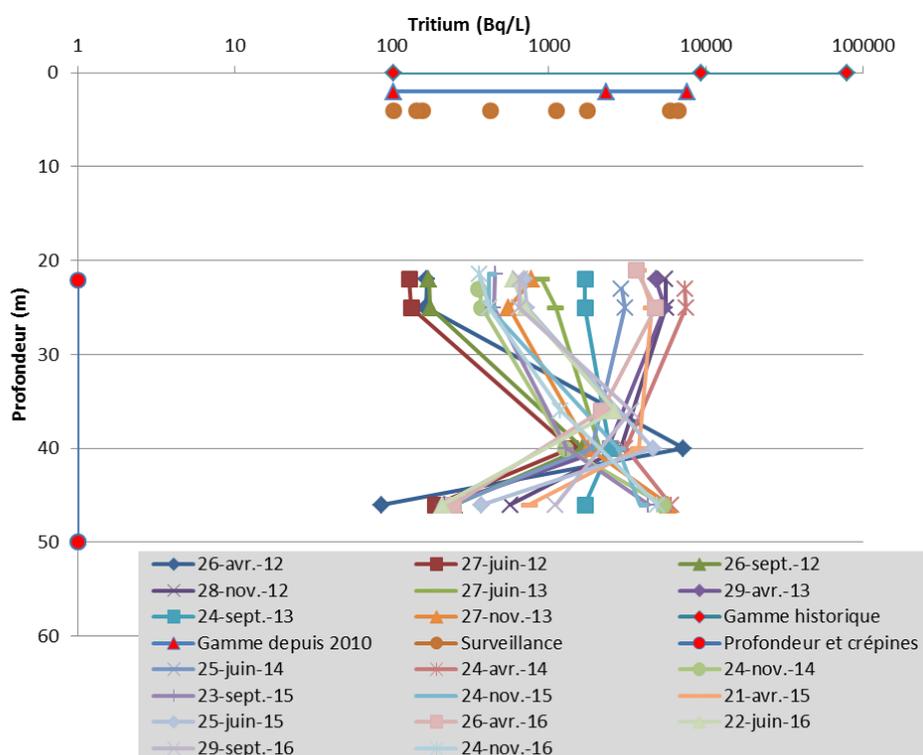
Commentaire de l'expertise en PO136

Description lithologique : L'ouvrage traverse de 0 à 9 m un niveau de remblai, de 9 à 19 m un niveau d'argile peu altérée, de 19 à 26 m des grès feldspathiques peu altérés et de 26 à 50 m, des grès feldspathiques argilo schisteux en roche saine.

Le **Tableau 7.5-2** présente une synthèse de l'expertise 2016 menée sur le piézomètre PO136.

Le piézomètre PO136 est stratifié et présente un gradient d'activité tritium variable en fonction des profondeurs et en fonction des hautes ou basses eaux (**Figure 5-26**). Le contraste géologique, situé à 26 m entre des niveaux de roches peu altérées et des niveaux de roches saines, semble jouer un rôle qui se traduit par un changement de comportement.

La zone située entre 20 et 40 m est clairement affectée par des fluctuations saisonnières, se traduisant par des inversions du gradient d'activité tritium entre les hautes et basses eaux avec un regroupement du faisceau formé par les courbes en profondeur 3.



**Figure 5-26** Expertise du PO136

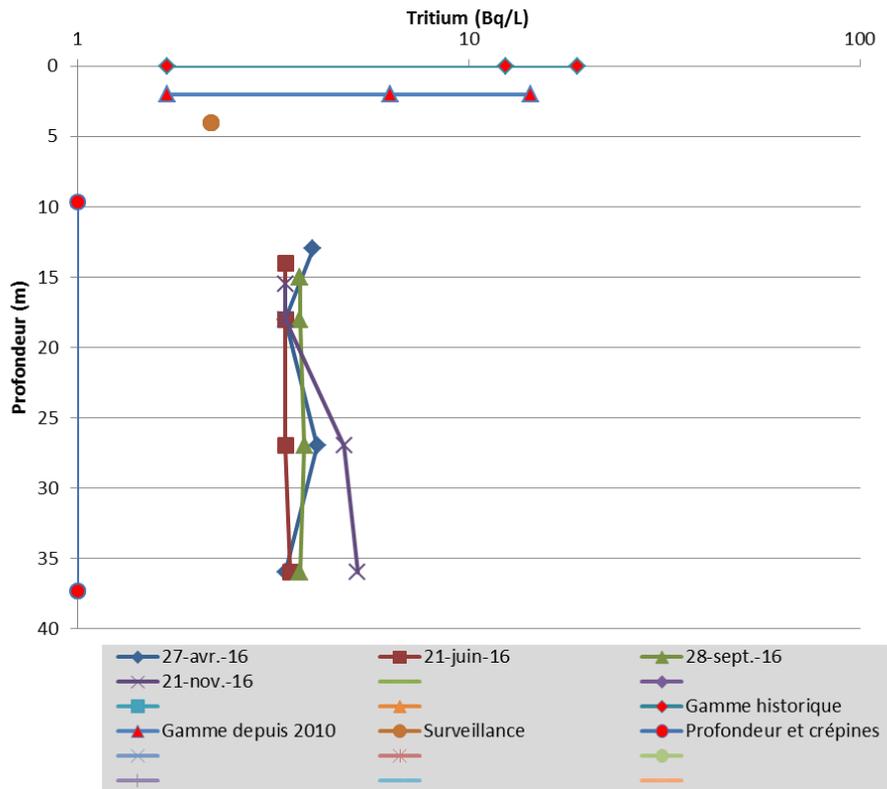
Conclusion partielle

L'activité tritium du piézomètre PO136 présente des activités tritium plus élevées à l'horizon de la surveillance en période de hautes eaux par rapport aux niveaux 3 et 4 en profondeur. Cette tendance s'inverse en basses eaux.

Commentaire de l'expertise en PO176

Description lithologique PO176 : L'ouvrage traverse de 0 à 3 m une formation supérieure de remblais, puis un niveau de roches altérée de type argile gréseuse de 3 m à 6 m, une alternances d'argile et de grès de 6 m à 14 m puis un niveau de roches peu altérées composées de grès feldspathiques fins de 14 m à 22 m et enfin un niveau de roches saines de 22 m à 35 m marquant une alternance de grès et de siltites feldspathiques.

Le **Tableau 7.5-3** présente une synthèse de l'expertise 2016 menée sur le piézomètre PO176. Le piézomètre PO176 n'est pas stratifié et l'activité radiologique du tritium circulant au droit de ce piézomètre est proche du seuil de décision (**Figure 5-27**).



**Figure 5-27** Expertise du PO176

**Conclusion partielle**

Sur ce piézomètre, l'activité tritium mesurée à différentes profondeurs est relativement constante proche des seuils de décision.

Commentaire des expertises en PO174

Description lithologique PO174 : L'ouvrage traverse de 0 à 1 m un niveau de remblai, de 1 à 6 m un niveau d'argile silto-gréseuse, de 6 à 19 m des grès fins et siltites altérées, de 19 à 35 m un niveau constitué de grès fin et de siltites.

Le **Tableau 7.5-4** présente une synthèse de l'expertise 2016 menée sur le piézomètre PO174 ; la **Figure 5-28** montre l'absence de stratification au droit de ce piézomètre.

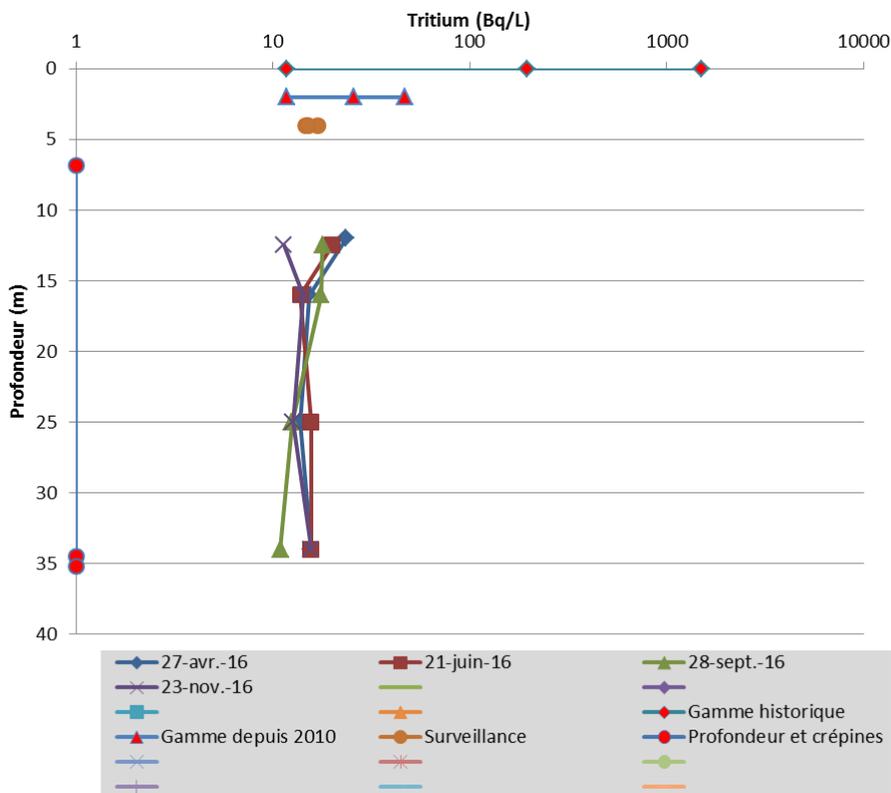


Figure 5-28 Expertise du PO174

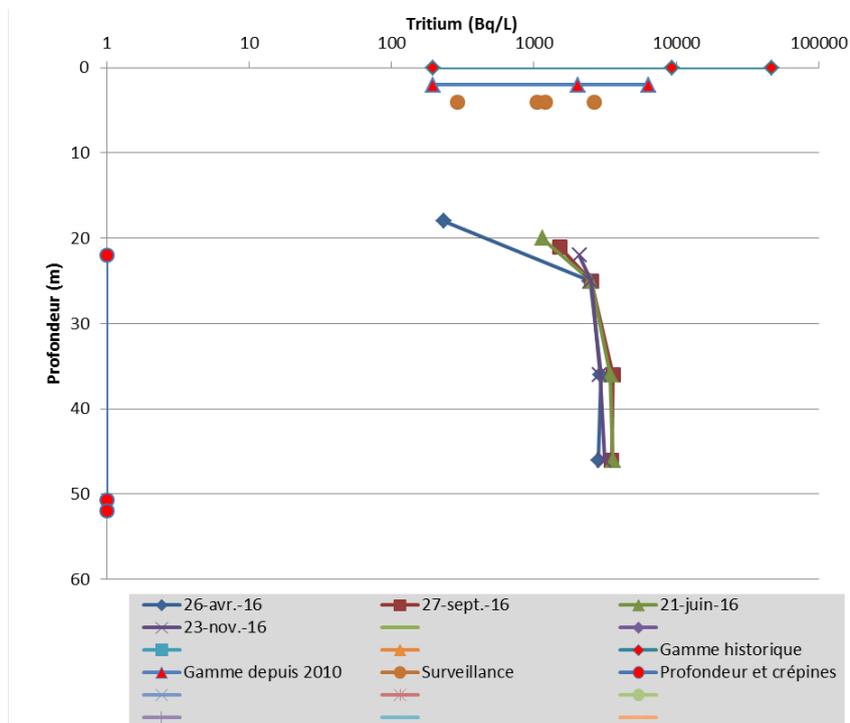
Conclusion partielle

Sur ce piézomètre, l'activité tritium mesurée à différentes profondeurs est faible (15 Bq/L) et relativement constante entre les horizons 3 à 4.

Commentaire des expertises en PO143

Description lithologique PO143 : L'ouvrage traverse de 0 à 4 m une formation de remblais, de 4 m à 6 m des roches altérées composées de grès altérés argileux sableux, de 6 m à 24 m une roche saine de grès quartzitiques fins, de 24 m à 28 m une roche altérée argileuse, de 28 m à 30 m une roche saine de grès quartzitiques fins, de 30 m à 38 m une roche altérée d'argile à fragment de schiste, de 38 m à 41 m de nouveau une roche saine de grès quartzitiques fins, de 41 m à 50 m des roches altérées schisteuses.

Le **Tableau 7.5-5** présente une synthèse de l'expertise 2016 menées sur le piézomètre PO143 ; la **Figure 5-29** montre une légère augmentation des activités du tritium sur les horizons 3 et 4 au droit de ce piézomètre.



**Figure 5-29 Expertise du PO143**

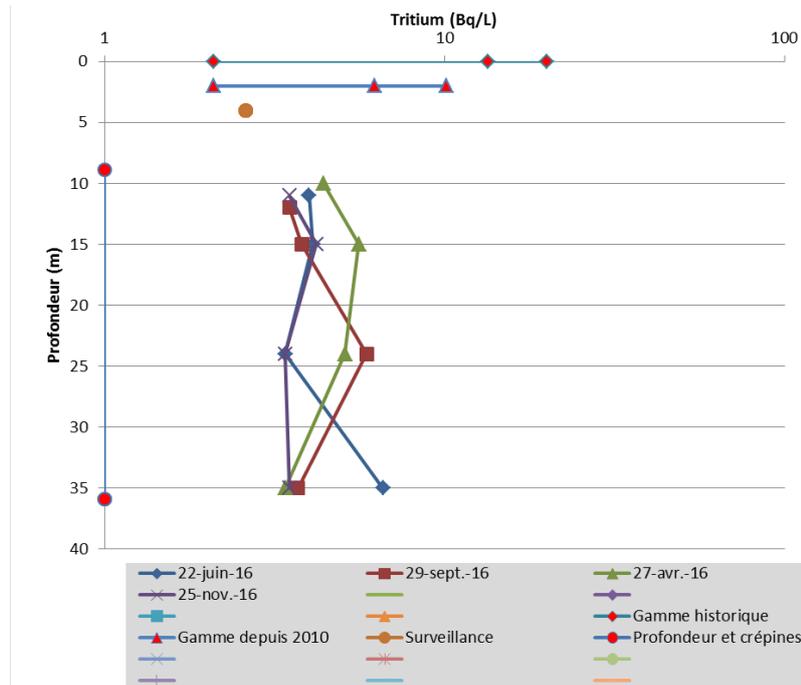
Conclusion partielle

Les activités du tritium au droit de ce piézomètre sont légèrement plus fortes en profondeur (R1=1,3) et présentent peu de variation saisonnière.

Commentaire des expertises en PO161

Description lithologique PO161 : L'ouvrage traverse de 0 à 1 m une formation de remblais, de 1 m à 14 m des schistes gris noirs altérés, de 14 m à 35 m des schistes noirs.

Le **Tableau 7.5-6** présente une synthèse de l'expertise 2016 menées sur le piézomètre PO161. Le piézomètre PO161 n'est pas stratifié et l'activité radiologique du tritium circulant au droit de ce piézomètre est proche du seuil de décision (**Figure 5-30**).



**Figure 5-30** Expertise du PO161

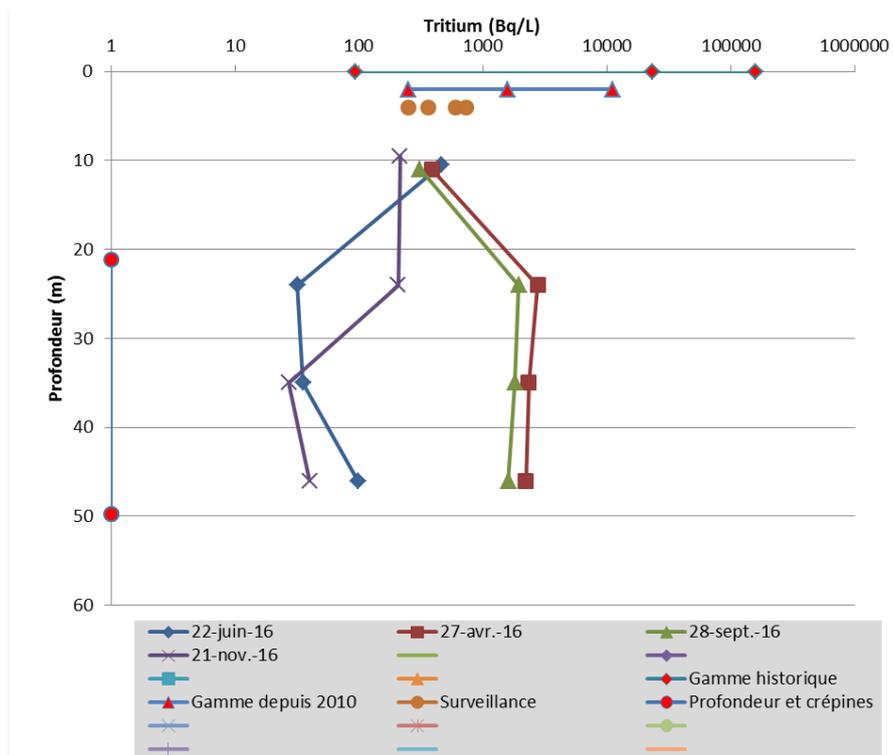
Conclusion partielle

L'activité tritium mesurée sur ce piézomètre à différentes profondeurs est relativement constante, proche des seuils de décision.

Commentaire des expertises en PO153

Description lithologique PO153 : L'ouvrage traverse une formation de roches altérées composées de sables argileux de 0 à 8 m et de grès altérés argilo-sableux de 8 m à 11 m, une roche peu altérée de 11 m à 17 m avec des sables argileux (11 m à 15m) et des schistes gréseux (15 m à 17 m), des roches saines de 17m à 50 m composées de schistes de 17 m à 27 m, de schistes à passées gréseuses de 27 m à 47 m et de quartzite de 47 m à 50m.

Le **Tableau 7.5-7** présente une synthèse de l'expertise 2016 menées sur le piézomètre PO153. La **Figure 5-31** montre une faible voire une quasi absence de stratification entre les horizons 2 et 4 mais une forte variation saisonnière ou peut-être une réactivité rapide à la pluie.



**Figure 5-31** Expertise du PO153

Conclusion partielle

**Ce piézomètre ne présente pas de stratification de l'activité tritium entre les horizons 2 et 4. Une réaction rapide liée à l'influence de la pluie engendrant des infiltrations verticales n'est pas exclue.**

## 5.1.10.4 Conclusion - synthèse

**La nappe est affectée par une stratification dont les effets sont variables suivant les saisons, en fonction des battements de la nappe. Cette stratification semble intimement liée à l'incident tritium de 1976 pour les piézomètres au Nord du Centre.**

**La géologie du site est très contrastée et explique pour partie les fluctuations du phénomène de stratification, à remettre aussi en lien avec l'effet de saisonnalité.**

**A la faveur des battements de la nappe, le lessivage de ces niveaux géologiques contribuerait à une augmentation de l'activité tritium, ou sa dilution en fonction des saisons. 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 part de chacune de ces influences reste variable en fonction des piézomètres, mais aussi des battements de la nappe (saisonnalité ou périodes de hautes et basses eaux). Néanmoins, le suivi depuis 2012 des piézomètres présentant un fonctionnement atypique (PO113, PO136) forment un faisceau de courbes d'allure globalement identique, consolidant ainsi les résultats.**

**Les piézomètres PO174, PO176, PO161 expertisés en 2016 ne présentent pas de stratification et les niveaux d'activités radiologiques du tritium sont cohérents avec ceux de la surveillance, faibles ou proches des seuils de décision. Les activités radiologiques du tritium au piézomètre PO143 sont légèrement plus fortes en profondeur, probablement liées à la présence de roches saines siège de circulations lentes. Le piézomètre PO153 n'est pas stratifié mais semble influencé par la pluie pouvant être source de circulations verticales rapides.**

**L'Andra poursuivra l'exercice engagé en 2012 afin de consolider les tendances observées et de compléter la cartographie du Centre.**

## 5.2 Surveillances des eaux superficielles

La localisation des points de contrôle sur les ruisseaux est rappelée en Figure 5-32.

### 5.2.1 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 ont un cours dirigé vers le Nord et aboutissent à la mer, située à quelques kilomètres.

On retrouve d'Ouest en Est :

- le ruisseau de la Sainte-Hélène, qui prenait autrefois sa source à l'intérieur de la propriété d'AREVA NC, 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 ;
- 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 des Roteures, qui naît à l'Est du CSM et rejoint le ruisseau La Vallée après un parcours d'environ 1 km. La Vallée se jette dans la mer à Omonville-La Rogue, à 2 km en aval.

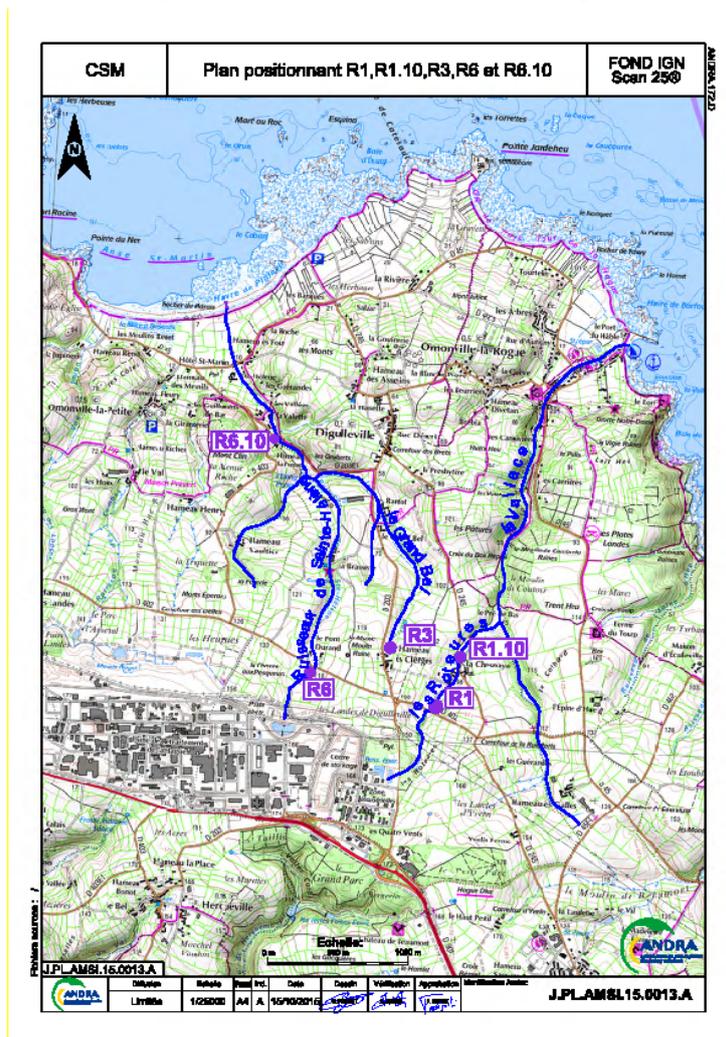


Figure 5-32

Localisation des points de contrôle de l'eau et des sédiments des ruisseaux

## 5.2.2 Suivi de la qualité des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène

### 5.2.2.1 Suivi radiologique

Les analyses radiologiques sur les eaux sont effectuées en 2016 aux points R6 et R6-10 sur des échantillons ponctuels hebdomadaires : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-35** et le **Tableau 7.4-36**.

Des analyses radiochimiques sont réalisées annuellement sur les eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène aux points R6 et R6-10 (**Tableau 7.4-38**). Hormis le tritium (26 Bq/L au point aval R6-10), les autres radionucléides détectés sont d'origine naturelle.

En 2016, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global, tritium) des eaux prélevées aux différents points du ruisseau (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de détection) sont les suivantes :

**Tableau 5.2-1 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène en 2016**

	Unité	R6 La Sainte-Hélène	R6-10 Aval de la confluence de la Sainte-Hélène et du Grand Bel
$\alpha$ global	Bq/L	<0,02	<0,03
$\beta$ global	Bq/L	0,12	0,12
Tritium	Bq/L	21,4	21,9

### Points de prélèvement amont GPNE et R6 - Le ruisseau de la Sainte-Hélène

Les moyennes présentées dans le **Tableau 5.2-2** sont les moyennes des activités tritium pondérées par les volumes des échantillons aliquotes 15 jours au point GPNE (voir tableau d'analyses radiologiques au point GPNE, **Tableau 7.4-37**) et à la moyenne arithmétique des activités tritium hebdomadaires pour R6.

**Tableau 5.2-2 Moyennes annuelles des activités tritium en Bq/L aux points GPNE et R6 pour 2016**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GPNE	103	91	88	107	76	34	43	49	48	41	38	35	19	14
R6	131	86	104	129	85	103	83	77	70	53	54	49	20	21

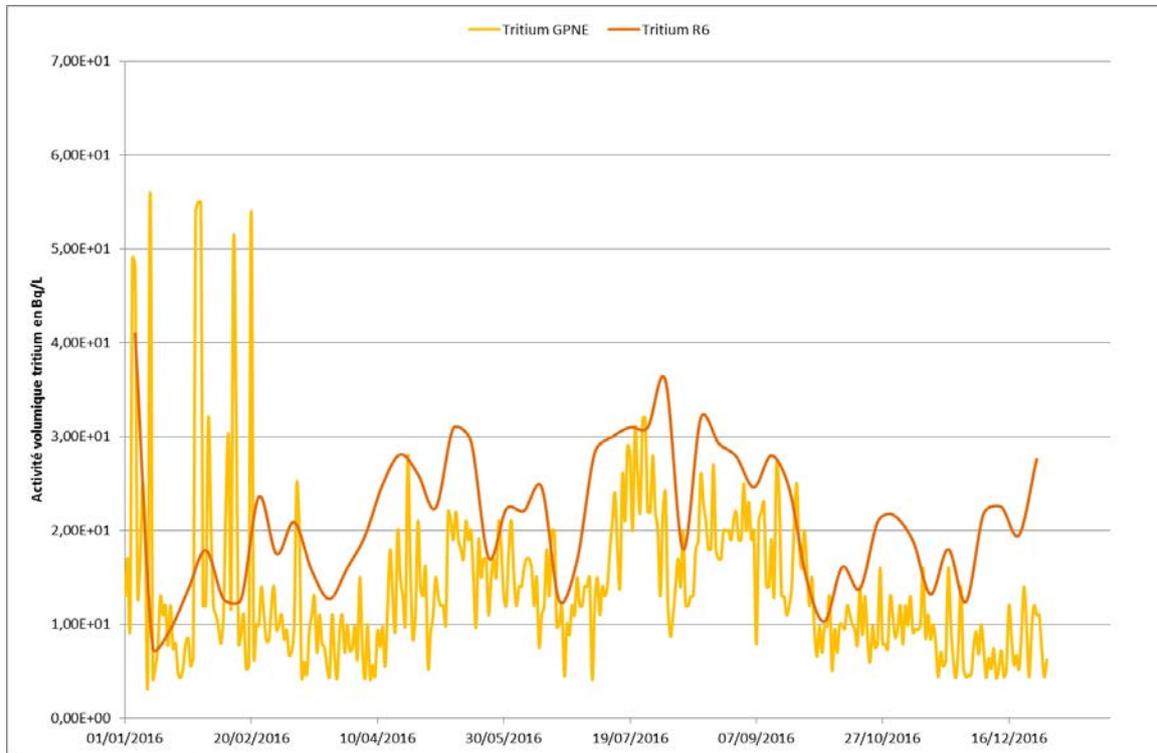
L'activité tritium du point GPNE diminue régulièrement depuis 2010. Ce constat, résultant de la gestion des eaux de ruissellement par AREVA NC, permet de mieux estimer l'apport en tritium des eaux souterraines orientées vers le bassin versant du ruisseau de la Sainte-Hélène. En 2016, l'activité tritium moyenne mesurée au point GPNE est légèrement inférieure à celle mesurée en R6.

Historiquement, tel que présenté dans le **tableau 5.2-2**, le calcul de l'activité moyenne du tritium à GPNE est réalisé à partir des prélèvements aliquotes 15 jours ; sur la base des résultats des prélèvements aliquotes journaliers (offrant une meilleure précision), l'activité volumique moyenne du tritium au point de contrôle GPNE est équivalente à celle mesurée à ce point en 2015 soit 19 Bq/L.

Ces observations traduisent une situation cohérente compte-tenu de la configuration des points de contrôle R6 et GPNE.

Pour rappel, le point GPNE constitue la source du ruisseau de la Sainte-Hélène depuis les travaux d'aménagement du site AREVA NC sur la partie amont de son cours initial.

La **Figure 5-33** présente l'évolution des activités tritium aux points GPNE et R6 pour 2016. La courbe d'évolution du tritium en R6 suit globalement, compte-tenu des périodes différentes d'échantillonnage, celle de GPNE. Pour rappel, les prélèvements en R6 sont ponctuels et hebdomadaires, ceux en GPNE sont moyens et quotidiens.



**Figure 5-33** Evolution de l'activité tritium au point de contrôle GPNE et R6 en 2016

Sur le plan radiologique, on peut noter :

- un niveau moyen annuel d'activité en tritium au point R6 (21 Bq/L) équivalent entre 2015 et 2016 ;
- la présence de radionucléides provenant de la décroissance de la famille radioactive de l'uranium 238 à des concentrations cohérentes avec les proportions naturelles (**Tableau 7.4-38**).

#### Point de prélèvement aval R6-10 – Le ruisseau de la Sainte-Hélène

Le point R6-10 est localisé en aval de la confluence des ruisseaux de la Sainte-Hélène et du Grand Bel. En 2016, le volume annuel mesuré au point R6-10, correspondant à la quantité d'eau ayant transité par ce point, est de 1 639 816 m<sup>3</sup> (volumes enregistrés du 06/01/2016 au 03/01/2017). Le débit moyen résultant pour l'année 2016 est donc de 188 m<sup>3</sup>/h, cohérent, bien que légèrement inférieur, à celui calculé à partir des débits instantanés relevés à fréquence hebdomadaire, de l'ordre de 197 m<sup>3</sup>/h.

Sur le plan radiologique, on peut noter :

- un niveau moyen annuel d'activité en tritium au point R6-10 (22 Bq/L) en baisse continue depuis 2012 ;
- la seule présence de radioéléments d'origine naturelle (**Tableau 7.4-38**).

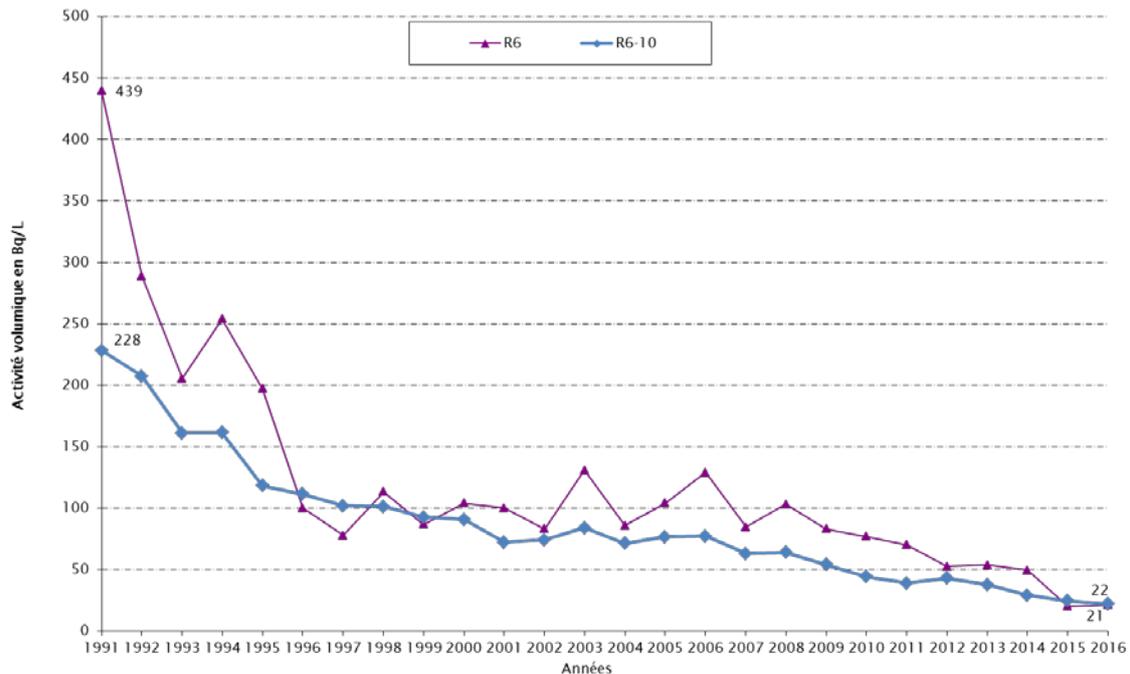
#### 5.2.2.2 Évolution du tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène

La **Figure 5-34** présente l'évolution de l'activité tritium dans l'eau du ruisseau de la Sainte-Hélène dans sa partie amont au point R6 et dans la partie aval au point R6-10.

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'AREVA NC,
- les eaux de ruissellement entre la source (GPNE) et l'exutoire,
- les eaux souterraines.

En 2016, les eaux pluviales de l'Andra et d'AREVA rejetées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène représentent 394 093 m<sup>3</sup> (volume GPNE) dont 21 602 m<sup>3</sup> provenant de l'Andra (§ 4.2.1.3). Les résultats des analyses sur les prélèvements 3 jours de l'Andra présentent une activité moyenne tritium de 3,6 Bq/L contribuant aux relâchements d'activité tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène.



**Figure 5-34 Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau de la Sainte-Hélène depuis 1991 aux points R6 et R6-10**

5.2.2.3 Estimation de l'activité tritium liée aux eaux souterraines atteignant le ruisseau de la Sainte-Hélène sur la base du REX de la surveillance.

Cette estimation est basée sur la différence entre le relâchement tritium mesuré au point de contrôle GPNE (source du ruisseau de la Sainte-Hélène alimentée par les eaux pluviales de l'Andra et celles d'AREVA NC) et celui mesuré au point aval du ruisseau de Sainte-Hélène (R6-10).

#### **Données 2016 :**

Volume rejeté à GPNE :  $V_{GPNE} = 394\,093\text{ m}^3$  ;

Volume des eaux pluviales de l'Andra :  $V_{CMG} = 21\,602\text{ m}^3$  ;

Volume écoulé au ruisseau de la Sainte-Hélène à  $V_{R6-10} : 1\,639\,816\text{ m}^3$  ;

Hauteur pluviométrique mesurée sur le CSM : 955,50 mm soit  $V_{pluie\ CSM} = 143\,325\text{ m}^3$

#### **Estimation de l'activité tritium des eaux souterraines atteignant la Sainte-Hélène sur la base du REX de la surveillance de 2016**

Activité volumique tritium moyenne GPNE (eaux pluviales de l'Andra et eaux pluviales d'AREVA NC) : **19 Bq/L** (moyenne pondérée des mesures d'activités tritium réalisées sur les échantillons moyens journaliers).

Activité volumique tritium moyenne R6-10 : **22 Bq/L** (moyenne arithmétique des mesures d'activité tritium réalisées sur les prélèvements ponctuels hebdomadaires).

La somme des eaux de ruissellement du bassin versant entre GPNE et R6-10 et des eaux souterraines peut être estimée par la différence entre le volume annuel mesuré au point R6-10, situé à l'aval du ruisseau et le volume annuel rejeté à GPNE (source du ruisseau de la Sainte-Hélène), soit :

$$1\ 639\ 816 - 394\ 093 = 1\ 245\ 723\ \text{m}^3/\text{an}.$$

Par différence entre l'activité tritium mesurée en R6-10 et celle mesurée à GPNE, et en considérant que l'activité tritium du 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 en 2016 à :

- Activité tritium en R6-10 (GBq) :  $1\ 639\ 816 \times 10^3 \times 21,9 / 10^9 = 35,9$  GBq arrondis à **36 GBq**
- Activité tritium en GPNE (GBq) :  $394\ 093 \times 10^3 \times 19 / 10^9 = 7,5$  GBq

**Soit 36 - 7,5 = 28,5 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 :

$$(28,5 \times 10^9) / (1\ 245\ 723 \times 10^3) = 23\ \text{Bq/L}$$

#### 5.2.2.4 Suivi physico-chimique

Les analyses physico-chimiques sur les eaux de surface sont effectuées en 2016 aux points R6 et R6-10 sur des échantillons ponctuels semestriels : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-39 2/2**.

Comme indiqué précédemment, la qualité des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène est dépendante de celle de ses contributions, à savoir :

- les eaux pluviales venant de l'Andra et d'AREVA NC, qui ont un pH variant de neutre à légèrement basique (pH : 7,0- 8,0),
- les eaux de ruissellement entre la source (GPNE) et l'exutoire, qui ne font pas l'objet d'une caractérisation physico-chimique dans le cadre de la surveillance du CSM,
- les eaux souterraines, qui sont caractérisées par des pH plutôt acides (pH de 4,8 à 7).

Les résultats des campagnes menées en janvier et septembre 2016 ne montrent pas d'évolution particulière de la qualité physico-chimique de ces eaux.

#### Comparaison par rapport au SDAGE Bassin Seine-Normandie

Conformément aux dispositions fixées dans le SDAGE 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, l'objectif à atteindre est de maintenir les masses d'eau en bon état, voire en très bon état, ou d'atteindre le bon état.

Aucun objectif de qualité n'est fixé pour le ruisseau de la Sainte-Hélène.

Pour les masses d'eau naturelles, cet objectif global prend en compte :

- l'objectif de bon état chimique

L'arrêté modifié du 8 juillet 2010 vise dans son annexe, 33 substances prioritaires auxquelles s'ajoutent 12 substances prévues par la directive 2013/35/UE. L'objectif de bon état chimique consiste à respecter les normes de qualité environnementale pour ces substances.

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) à respecter sont applicables à toutes les masses d'eau rivières, plans d'eau, eaux de transition ou eaux côtières, qu'elles soient naturelles, fortement modifiées ou artificielles. Elles sont fixées à l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010.

Parmi les substances disposant d'une norme de qualité environnementale à respecter, le cadmium, le plomb, le mercure et le nickel font l'objet d'une surveillance semestrielle par le CSM dans les eaux de ruisseaux du fait de la présence de ces éléments dans le stockage.

Le **Tableau 5.2-3** indique les NQE à respecter (extrait des tableaux de l'état écologique et de l'évaluation chimique des eaux de l'arrêté du 25 janvier 2010) :

**Tableau 5.2-3 Normes de qualité environnementale**

Paramètres	Unités	NQE_MA <sup>9</sup>	NQE_CMA <sup>10</sup>
Cadmium <sup>11</sup>	µg/L	0,15	0,9
Plomb	µg/L	7,2	/
Mercure	µg/L	0,05	0,07
Nickel	µg/L	20	/
Arsenic	µg/L	4,2	/
Chrome	µg/L	3,4	/
Cuivre	µg/L	1,4	/
Zinc	µg/L	7,8	/

Pour le cadmium, l'arsenic, le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure, les concentrations mesurées en R6 et R6-10 sont toutes inférieures à la limite de quantification (LQ) et démontrent donc l'absence de ces polluants dans les eaux superficielles.

Notons que pour le cadmium et le mercure (et ses composés), les limites de quantification actuellement utilisées (respectivement 1 µg/L et 0,5 µg/L) ne permettent pas de vérifier la conformité aux NQE.

- l'objectif de bon état écologique

L'objectif de bon état écologique consiste à respecter des valeurs pour les paramètres biologiques, les paramètres physico-chimiques et les polluants spécifiques qui ont un impact sur la biologie.

Cet objectif varie en fonction du type de masse d'eau, comme défini dans les circulaires 2005/12 du 28 juillet 2005 et 2007/23 du 7 mai 2007. Pour chaque type de masse d'eau ont été identifiés un ou plusieurs sites considérés comme des sites de référence. La restauration et la non dégradation du bon état correspondent à l'atteinte ou au maintien, pour l'ensemble des milieux aquatiques, de 75 % de la biodiversité maximale identifiée dans les masses d'eau de référence.

Pour la physico-chimie, les paramètres contribuant à l'état écologique sont :

- les paramètres du cycle de l'oxygène (carbone organique, ammonium, oxygène dissous...);
- les nutriments (azote et phosphore);
- la température;
- la salinité;
- le pH;
- les polluants spécifiques synthétiques et non synthétiques.

<sup>9</sup> Norme de qualité en valeur Moyenne Annuelle

<sup>10</sup> Norme de qualité en Concentration Maximale Admissible

<sup>11</sup> Pour une dureté de l'eau comprise entre 100 et 200 mg/L CaCO<sub>3</sub>

Les valeurs seuils sont fixées à l'annexe 3 de l'arrêté du 25 janvier 2010.

**Tableau 5.2-4 Classe d'état par élément de qualité**

Éléments de qualité	Paramètres déclassants			
	R6 (La Sainte-Hélène)		R6-10 (La Sainte-Hélène)	
	19/01/2016	26/09/2016	19/01/2016	26/09/2016
Éléments physico-chimiques généraux				
Bilan de l'oxygène				
Température				
Nutriments			Nitrates	Nitrates
Acidification				
Salinité	-	-	-	-
Polluants spécifiques non synthétiques				
Arsenic dissous				
Chrome dissous				
Cuivre dissous				
Zinc dissous	77	5	15	3

Pour rappel, le code de couleurs des classes de qualité est le suivant :

**Tableau 5.2-5 Code couleur des classes d'état pour les cours d'eau**

	Etat
	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Hormis pour les teneurs en zinc au point R6, les eaux du ruisseau de la Sainte Hélène sont considérées pour les autres paramètres comme bonnes à très bonnes. Toutefois, ce déclassement ne peut être attribué aux activités du CSM : le zinc est présent dans la pluie (75 µg/L au premier semestre et 85 µg/L au second semestre) et trouve son origine dans les activités anthropiques de la zone industrielle de Digulleville.

### 5.2.3 Suivi de la qualité des eaux du ruisseau du Grand Bel

#### 5.2.3.1 Suivi radiologique

Les analyses radiologiques sur les eaux du ruisseau du Grand Bel sont effectuées en 2016 au point R3, sur des échantillons ponctuels hebdomadaires : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-34**.

En 2016, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global, tritium) des eaux prélevées au point R3 du ruisseau (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de décision) sont les suivantes :

**Tableau 5.2-6 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau du Grand Bel en 2016**

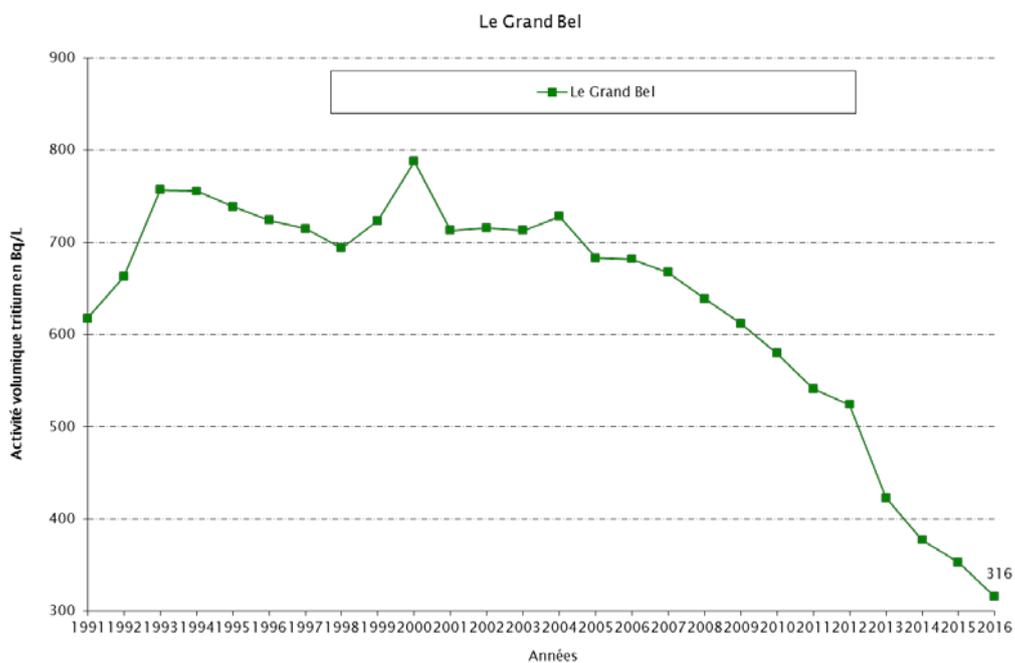
	Unité	R3 Le Grand Bel
α global	Bq/L	<0,02
β global	Bq/L	0,11
Tritium	Bq/L	316

La surveillance du Grand-Bel est effectuée à proximité de sa source au point R3. Ce point de prélèvement se situe en aval immédiat du Hameau Es Clerges. Jusqu'en novembre 2001, les prélèvements étaient réalisés dans le bac du lavoir du Hameau Es Clerges.

### 5.2.3.2 Évolution du tritium dans le ruisseau du Grand Bel

La **Figure 5-35** présente l'évolution de l'activité tritium dans l'eau du ruisseau du Grand Bel à sa source au point R3.

En 2016, l'activité moyenne tritium de l'eau du ruisseau est de 316 Bq/L. La baisse de l'activité tritium du Grand Bel amorcée depuis 2005 se poursuit en 2016 avec une forte décroissance.



**Figure 5-35** Evolution de l'activité moyenne en tritium dans le ruisseau du Grand Bel depuis 1991 au point R3

### 5.2.3.3 Suivi physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques sur les eaux du Grand Bel sont présentés dans le **Tableau 7.4-39 1/2**.

Le suivi physico-chimique des eaux du point R3 n'a pas mis en exergue d'évolution particulière des paramètres physico-chimiques de ses eaux.

#### Comparaison au SDAGE Bassin Seine-Normandie

Aucun objectif de qualité n'est fixé pour le ruisseau Le Grand Bel.

Toutefois, pour les masses d'eau naturelles, cet objectif prend en compte :

- Pour un bon état chimique

Pour l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb, le nickel et le mercure, les concentrations mesurées en R3 sont toutes inférieures à la limite de quantification (LQ) et démontrent donc l'absence de ces polluants dans les eaux superficielles.

- Pour un bon état écologique

Pour information, le **Tableau 5.2-7** synthétise les résultats de comparaison avec les valeurs seuils fixées à l'annexe 3 de l'arrêté du 25 janvier 2010 pour chaque élément de qualité :

**Tableau 5.2-7 Classe d'état par élément de qualité**

Eléments de qualité	Paramètres déclassants	
	R3 (Le Grand Bel)	
	19/01/2016	26/09/2016
Eléments physico-chimiques généraux		
Bilan de l'oxygène		
Température		
Nutriments	nitrate	nitrate
Acidification		
Salinité	-	-
Polluants spécifiques non synthétiques		
Arsenic dissous		
Chrome dissous		
Cuivre dissous		
Zinc dissous	4	4

La qualité des eaux du ruisseau du Grand Bel est considérée comme bonne à très bonne. Le déclassement dû aux nutriments, probablement lié aux activités agricoles et à la proximité du hameau Es Clerges ne peut pas être imputé aux activités du CSM.

## 5.2.4 Suivi de la qualité des eaux des Roteures

### 5.2.4.1 Suivi radiologique

Les analyses radiologiques sur les eaux sont effectuées en 2016 aux points R1 et R1-10 sur des échantillons ponctuels hebdomadaires : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-32** et le **Tableau 7.4-33**.

En 2016, les activités volumiques moyennes (alpha global, bêta global, tritium) des eaux prélevées aux différents points du ruisseau (activités moyennes calculées à partir des analyses hebdomadaires et en prenant en compte les valeurs aux seuils de détection) sont les suivantes :

**Tableau 5.2-8 Activités volumiques moyennes des eaux du ruisseau des Roteures en 2016**

	Unité	R1 Les Roteures	R1-10 Les Roteures aval de la Chesnaye
$\alpha$ global	Bq/L	<0,02	<0,02
$\beta$ global	Bq/L	<0,08	0,09
Tritium	Bq/L	<2,3	8,5

Point de prélèvement R1 – Le ruisseau des Roteures

Les niveaux de la radioactivité des eaux de ce ruisseau au point R1 sont remarquablement constants en alpha global, bêta global. Ils correspondent aux bruits de fond dans l'environnement naturel du Centre, c'est-à-dire qu'ils sont inférieurs ou proches des seuils de décision.

Point de prélèvement R1-10 – Le ruisseau des Roteures

La partie aval du ruisseau des Roteures présente une activité tritium moyenne légèrement supérieure à celle de la partie amont. Ceci est dû à une part des eaux souterraines venant du stockage qui, au lieu de rejoindre la source du Grand Bel, est détournée naturellement vers le ruisseau des Roteures, en aval du hameau La Chesnaye.

## 5.2.4.2 Suivi physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques sur les eaux des Roteures sont présentés dans le **Tableau 7.4-39 1/2**.

Le suivi physico-chimique des eaux du ruisseau des Roteures n'a également pas mis en exergue d'évolution particulière des paramètres physico-chimiques de ces eaux.

Comparaison au SDAGE Bassin Seine-Normandie

Aucun objectif de qualité n'est fixé pour le ruisseau des Roteures.

Toutefois pour les masses d'eau naturelle, un objectif global prend en compte :

- Pour un bon état chimique

Pour le cadmium, l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure, les concentrations mesurées en R1-10 sont toutes inférieures à la limite de quantification (LQ) et démontrent donc l'absence de ces polluants dans les eaux superficielles. On relève des teneurs significatives en zinc proches de la LQ.

- Pour un bon état écologique

Pour information, le **Tableau 5.2-9** synthétise les résultats de comparaison avec les valeurs seuils fixées à l'annexe 3 de l'arrêté du 25 janvier 2010 pour chaque élément de qualité :

**Tableau 5.2-9** *Classe d'état par élément de qualité*

Eléments de qualité	Paramètres déclassants	
	R1-10 (Les Roteures)	
	19/01/2016	26/09/2016
Eléments physico-chimiques généraux		
Bilan de l'oxygène		
Température		
Nutriments	Nitrates	Nitrates
Acidification		
Salinité	-	-
Polluants spécifiques non synthétiques		
Arsenic dissous		
Chrome dissous		
Cuivre dissous		
Zinc dissous	5	3

La qualité des eaux du ruisseau des Roteures est considérée comme bonne à très bonne. Le déclassement concernant les nutriments ne peut pas être attribué aux activités du CSM.

### 5.2.5 Surveillance des sédiments des ruisseaux

La surveillance des sédiments des ruisseaux permet, du fait de leur important pouvoir d'adsorption, de détecter, plus finement que dans les eaux, la présence éventuelle de radioéléments ou de polluants chimiques.

Pour le ruisseau de la Sainte-Hélène, la recherche radioisotopique vise à suivre l'évolution dans le temps du marquage radioactif hérité des modalités initiales de gestion de l'exploitation du CSM.

#### 5.2.5.1 Suivi radiologique

Les prélèvements et analyses radiochimiques trimestrielles des sédiments des ruisseaux sont réalisés par AREVA NC sur le ruisseau de la Sainte-Hélène (SR6 lavoie), 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 7.4-40**.

En 2016, l'activité radiologique moyenne en  $^{137}\text{Cs}$  mesurée dans la partie amont du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6 est de 26 Bq/kg sec. Cette concentration moyenne est en augmentation par rapport à 2015 (22 Bq/kg sec), essentiellement due à l'activité mesurée en octobre 2016 (51 Bq/kg sec).

Toujours au point SR6, outre le  $^{137}\text{Cs}$ , sont présents le  $^{238}\text{Pu}$  et le  $^{239+240}\text{Pu}$  à l'état de traces (0,4 Bq/kg sec en moyenne pour le  $^{238}\text{Pu}$  et 0,62 Bq/kg sec en moyenne pour le  $^{239+240}\text{Pu}$ ).

A fréquence annuelle, des analyses radiochimiques, sur une gamme étendue de radionucléides, sont effectuées sur les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6-10 : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-38**.

Hormis les radionucléides d'origine naturelle, on relève la présence de  $^{137}\text{Cs}$  [(5,9 ± 1,1) Bq/kg sec].

#### 5.2.5.2 Suivi physico-chimique

Pour rappel, les analyses physico-chimiques semestrielles des sédiments sont réalisées sur les ruisseaux des Roteurs (SR1-10), du Grand-Bel (SR3) et de la Sainte-Hélène (SR6 cascade) : les résultats sont présentés dans le **Tableau 7.4-41**.

#### Arsenic

Les concentrations mesurées dans les sédiments des ruisseaux, comprises entre 3,2 mg/kg MS et 6,9 mg/kg MS, au cours des deux campagnes de 2016, dépassent au second semestre la valeur de la CSE (5,9 mg/kg MS) sans atteindre les valeurs de CEP et de VDSS (17 et 19 mg/kg MS) (**Tableau 7.4-2**).

#### Mercure

La valeur de référence CSE (**Tableau 7.4-2**) (0,17 mg/kg de MS) est dépassée en basses eaux en SR1-10 (0,36 mg/kg MS) sans que les valeurs de CEP et VDSS soient atteintes. Cependant, ce marquage est observé depuis longtemps et fait suite à une pollution identifiée en 2003 qui n'est pas liée aux activités du site. La rémanence en amont du CSM d'une pollution continue et ancienne est à envisager, plutôt qu'une pollution ponctuelle et accidentelle.

#### Plomb

Les concentrations mesurées dans les sédiments des ruisseaux, au cours des deux campagnes de 2016, sont inférieures à la valeur de la CSE (**Tableau 7.4-2**) qui est de 35 mg/kg MS.

#### Zinc

Les concentrations mesurées dans les sédiments des ruisseaux, au cours des deux campagnes de 2016, dépassent la valeur de la CSE (**Tableau 7.4-2**) qui est de 120 mg/kg MS, en SR6 (290 mg/kg MS) en hautes eaux et 160 mg/kg MS en basses eaux). Les concentrations de CEP et VDSS ne sont pas atteintes.

#### Chrome

La valeur de référence canadienne CSE (**Tableau 7.4-2**) de 37 mg/kg de MS n'est pas atteinte en 2016 pour l'ensemble des ruisseaux. Les concentrations mesurées vont de 6 mg/kg MS à 14 mg/kg MS.

### Hydrocarbures et HAP

Les sédiments des ruisseaux sont marqués par des HAP variant de 56 à 1186 mg/kg MS dont certains, benzo (b) fluoranthène et fluoranthène dépassent les valeurs guides prescrites par les valeurs de référence canadienne CSE (**Tableau 7.4-2**). Les concentrations les plus fortes concernent les points de contrôle situés en aval des villages (SR3 pour le hameau ES Clerges ; SR1-10 pour le hameau La Chesnayes). L'influence anthropique des hameaux et de la circulation automobile sont probablement à l'origine de ces teneurs.

Des traces d'hydrocarbures totaux allant de 80 à 110 mg/kg MS sont mesurées dans les sédiments des ruisseaux du Grand Bel et de la Sainte-Hélène.

### Conclusion

**Des éléments chimiques sont mesurés dans les sédiments des ruisseaux. Ils résultent des activités industrielles, agricoles et anthropiques par la proximité des habitations. Néanmoins, aucun de ces éléments chimiques ne dépasse les niveaux fixés pour l'ensemble des éléments et composés traces listés dans le tableau IV de l'article 1 de l'arrêté du 9 août 2006.**

#### 5.2.6 Conclusions et interprétations

Dans la partie amont du ruisseau de la Sainte-Hélène, au point de contrôle R6, après une baisse rapide entre 2014 et 2015, l'activité tritium se stabilise en 2016 à un niveau faible cohérent avec les activités tritium rejetées à l'exutoire GPNE.

Dans la partie aval du ruisseau de la Sainte-Hélène au point de contrôle R6-10, la baisse amorcée en 2013 se poursuit en 2016 pour atteindre 22 Bq/L.

La contribution du tritium venant des eaux souterraines à l'aval du bassin versant au point de contrôle R6-10 est estimée à 28,5 GBq. Elle est majoritaire par rapport aux autres apports.

La baisse de l'activité radiologique du tritium au Grand Bel continue.

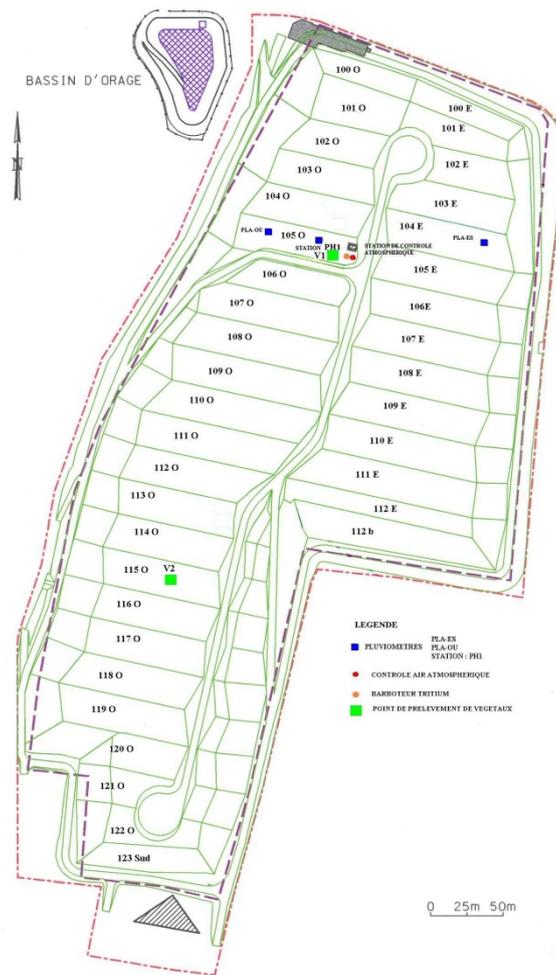
La présence de  $^{137}\text{Cs}$  est détectée dans les sédiments de la partie amont du ruisseau de la Sainte-Hélène en SR6 ainsi que des traces de Pu. Au point aval en SR6-10, on note également la présence de  $^{137}\text{Cs}$ . Ces traces sont liées à la rémanence d'une pollution ancienne.

La qualité physico-chimique des ruisseaux résulte principalement du contexte agricole et industriel environnant le CSM sans influence du Centre lui-même.

## 5.3 Mesures complémentaires

### 5.3.1 Contrôles de l'air

La localisation de la station de contrôle atmosphérique, où sont réalisés les mesures de hauteur de pluie et les contrôles radiologiques de la qualité de l'air, est rappelée en **Figure 5-36**.



**Figure 5-36** Localisation de la station de contrôle atmosphérique pluviomètre et points de prélèvements de végétaux

Les résultats des mesures radiologiques concernant ce point de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-44**.

En 2016, les niveaux moyens de radioactivité pour les prélèvements d'air atmosphérique sont les suivants :

- Alpha global : <  $2,3 \cdot 10^{-5}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Bêta global : <  $3,8 \cdot 10^{-4}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Tritium : <  $3,3 \cdot 10^{-1}$  Bq/m<sup>3</sup>

Le **Tableau 7.4-45** présente les activités radiologiques du tritium dans l'air sous les formes de vapeur d'eau (0,79 Bq/m<sup>3</sup> maximum) et de gaz (2,1 Bq/m<sup>3</sup> maximum).

Du fait des rejets gazeux d'AREVA NC, ces mesures montrent une présence significative de tritium sous la forme gazeuse (HT) et contenu dans la vapeur d'eau (HTO), en cohérence avec les valeurs significatives de tritium relevées dans la pluie dans les mêmes périodes.

### 5.3.2 Contrôle des végétaux de la couverture

La localisation des points de prélèvement des végétaux est rappelée en **Figure 5-36**.

Les contrôles mensuels effectués sur les prélèvements d'herbe de la couverture du CSM sont présentés dans le **Tableau 7.4-46**.

Les activités massiques des radioéléments naturels  $^{40}\text{K}$  (de 472 Bq/kg sec à 1220 Bq/kg sec) et  $^{7}\text{Be}$  (de 127 Bq/kg sec à 1620 Bq/kg sec) sont systématiquement significatives. On note, le 09 juin 2016, la mesure significative de  $^{137}\text{Cs}$  (0,46 Bq/kg sec) due à la présence de terre souillant le prélèvement et, le 10 février 2016, la présence significative de  $^{106}\text{RuRh}$  (7,8 et 26,2 Bq/kg sec) liée à un rejet gazeux d'AREVA NC.

### 5.3.3 Mesure du rayonnement ambiant

Les résultats des mesures radiologiques concernant ces points de contrôle sont présentés dans le **Tableau 7.4-47**.

La localisation des dosimètres situés en bordure du site est rappelée en **Figure 5-37**.

La dosimétrie de clôture applicable sur le CSM comprend 10 dosimètres de clôture (à bas seuil, de type sulfate de calcium) répartis en clôture de site et un dosimètre installé au niveau de la station de surveillance atmosphérique. Ces dosimètres sont relevés à fréquence mensuelle.

En 2016, les valeurs de débit de dose varient de 63 à 119 nGy/h. Le débit de dose moyen calculé à partir des 10 dosimètres de clôture est de 93 nGy/h (95 nGy/h en 2015) et également de 93 nGy/h pour le dosimètre placé à la station de contrôle atmosphérique ; ces valeurs restent donc équivalentes au débit de dose ambiant naturel de la région (environ 100 nGy/h).

### 5.3.4 Mesure des concentrations en radon

La localisation des préleveurs dédiés à la mesure du radon est rappelée en **Figure 5-37**.

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.

Les résultats pour l'année 2016 sont présentés dans le **Tableau 7.4-48**.

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

Le niveau moyen du préleveur placé au Nord, Rn1n (3,1 Bq/m<sup>3</sup>) est supérieur à celui du préleveur Sud, Rn2s (1,4 Bq/m<sup>3</sup>).

### 5.3.5 Ventilation des galeries du RSGE

A titre d'information, les états mensuels des heures de ventilation des galeries sont présentés dans le **Tableau 7.4-49**.

La mise en service de la ventilation des galeries du RSGE, lors des interventions humaines dans ces galeries, contribue aux émanations diffuses de radon et de tritium dans l'environnement.

### 5.3.6 Conclusions et interprétations

Les résultats des analyses tritium de l'air montrent l'influence des rejets gazeux d'AREVA à hauteur de 0,8 à 2,1 Bq/m<sup>3</sup>. Les mesures de radon dans l'environnement peuvent être estimées à quelques Bq/m<sup>3</sup>. La dosimétrie ambiante est du même ordre de grandeur que le niveau moyen mesuré dans la région.

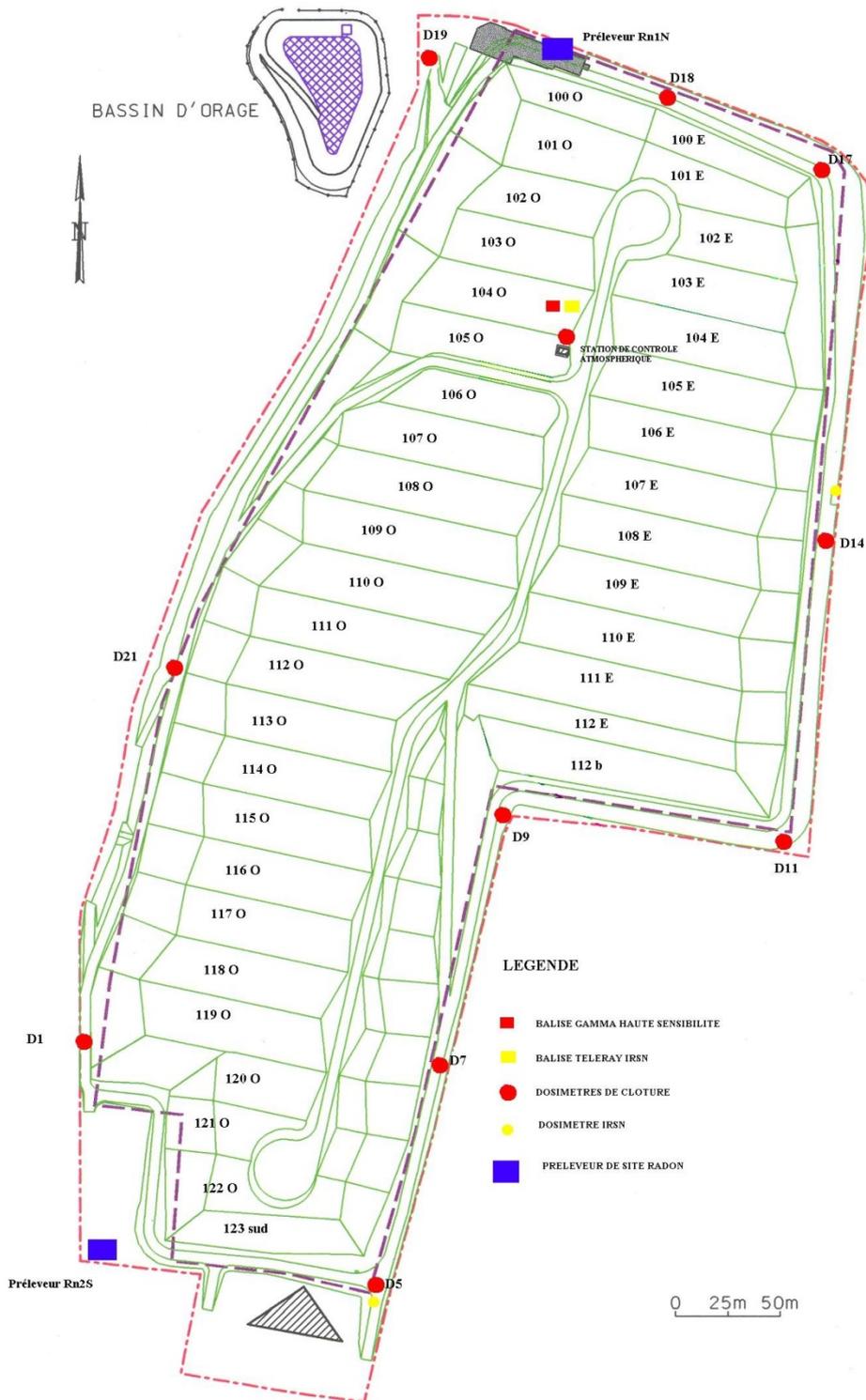


Figure 5-37 Localisation des dosimètres, balises et préleveurs de site

## 5.4 Estimation des doses

### 5.4.1 Préliminaire

A ce jour, le niveau d'irradiation mesuré sur le CSM et dans son proche environnement est équivalent à l'irradiation naturelle de la région (**Tableau 7.4-47**). En 2016, le débit de dose moyen des dosimètres situés en clôture du Centre est de l'ordre de 93 nanoGray / heure.

Par ailleurs, les activités du CSM sont sans influence sur le rayonnement ambiant mesuré actuellement dans l'environnement du CSM, compte tenu des caractéristiques radiologiques des « effluents à risque » et de la localisation du point de rejet (en mer à 1 700 m au large pour les « effluents à risque »).

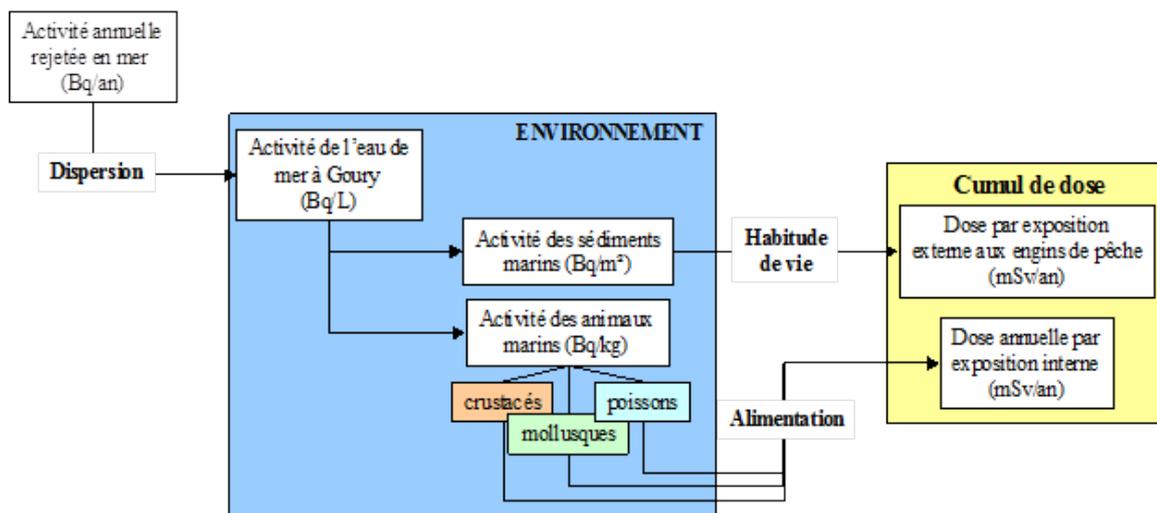
### 5.4.2 Estimation de l'impact radiologique des rejets

Les calculs d'impact dont les méthodes d'évaluation sont décrites dans le dossier d'autorisation de rejet [REF 8], prennent en compte deux aspects :

- les rejets d'« effluents à risque » collectés au niveau du BDS et rejetés par l'émissaire marin d'AREVA NC, via l'installation de traitement des effluents d'AREVA NC,
- 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'AREVA NC au point GPNE.

#### 5.4.2.1 Impact des rejets en mer

L'impact radiologique de ces rejets 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 5-38**.



**Figure 5-38** 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.

En 2016, les activités radiologiques des rejets en mers d'« effluents à risque » issus du CSM ont été de :

- 0,76 MBq en émetteurs alpha,
- 8,73 MBq en émetteurs bêta-gamma,
- 2,14 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 au BDS (Tableau 7.4-10), sous réserve de la disponibilité des valeurs des paramètres de transfert de l'eau de mer vers la biosphère. Ainsi, pour 2016, l'impact radiologique individuel du groupe de référence, résultant de la modélisation par cette nouvelle méthode, est évalué à  $1,2 \cdot 10^5 \mu\text{Sv/an}$  pour un adulte, et à  $8,2 \cdot 10^6 \mu\text{Sv/an}$  pour un enfant de 10 ans (cf. Tableau 5.4-1 et Tableau 5.4-2).

**Tableau 5.4-1 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>Emetteurs bêta-gamma</b>				
$\beta+$ , $\beta-$	K40 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Co60	$9,3 \cdot 10^{-15}$	$8,5 \cdot 10^{-14}$	$9,4 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Nb94	$6,0 \cdot 10^{-14}$	$3,0 \cdot 10^{-15}$	$6,3 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$ , Ti	Ag108m	$1,3 \cdot 10^{-16}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$
$\beta-$ , Ti	Ag110m	$2,3 \cdot 10^{-16}$	$1,8 \cdot 10^{-13}$	$1,8 \cdot 10^{-13}$
$\beta-$	I129	$1,6 \cdot 10^{-18}$	$8,1 \cdot 10^{-14}$	$8,1 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$ , $\beta-$	Cs134	$7,3 \cdot 10^{-16}$	$1,4 \cdot 10^{-13}$	$1,4 \cdot 10^{-13}$
$\beta-$	Cs137	$5,1 \cdot 10^{-20}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	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>	$2,1 \cdot 10^{-15}$	$2,1 \cdot 10^{-15}$
$\beta-$	C14	$1,4 \cdot 10^{-18}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$
$\beta+$ , $\beta-$	Cl36	$4,3 \cdot 10^{-23}$	$8,1 \cdot 10^{-18}$	$8,1 \cdot 10^{-18}$
$\beta-$	Ni63	0 <sup>(2)</sup>	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Sr90	$8,2 \cdot 10^{-21}$	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$1,4 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Tc99	$1,7 \cdot 10^{-20}$	$9,0 \cdot 10^{-14}$	$9,0 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Sm151	$3,8 \cdot 10^{-17}$	$4,4 \cdot 10^{-14}$	$4,4 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$ , $\beta-$	Pu241	$3,9 \cdot 10^{-21}$	$6,0 \cdot 10^{-14}$	$6,0 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$	Ni59	0 <sup>(2)</sup>	$4,5 \cdot 10^{-14}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$
<b>Sous-total émetteurs bêta-gamma</b>		<b><math>7,0 \cdot 10^{-14}</math></b>	<b><math>1,1 \cdot 10^{-11}</math></b>	<b><math>1,1 \cdot 10^{-11}</math></b>
<b>Emetteurs alpha</b>				
$\alpha$	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\alpha$ , F	U235	$3,5 \cdot 10^{-18}$	$9,4 \cdot 10^{-16}$	$9,5 \cdot 10^{-16}$
$\alpha$	Am241	$3,3 \cdot 10^{-18}$	$4,7 \cdot 10^{-14}$	$4,7 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$	U234	$4,1 \cdot 10^{-19}$	$2,3 \cdot 10^{-14}$	$2,3 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$ , F	U238	$2,8 \cdot 10^{-19}$	$2,1 \cdot 10^{-14}$	$2,1 \cdot 10^{-14}$
Fs, $\alpha$	Pu238	$1,4 \cdot 10^{-19}$	$2,3 \cdot 10^{-13}$	$2,3 \cdot 10^{-13}$
Fs, $\alpha$	Cm244	$7,0 \cdot 10^{-18}$	$2,8 \cdot 10^{-14}$	$2,8 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$	Pu239	$3,1 \cdot 10^{-20}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$
Fs, $\alpha$	Pu240	$6,7 \cdot 10^{-20}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$
<b>ICP-MS</b>				
$\alpha$	Th232 <sup>(1)</sup>	-	-	-
<b>Sous-total émetteurs alpha</b>		<b><math>1,5 \cdot 10^{-17}</math></b>	<b><math>6,2 \cdot 10^{-13}</math></b>	<b><math>6,2 \cdot 10^{-13}</math></b>
<b>Total radionucléides</b>		<b><math>7,0 \cdot 10^{-14}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-11}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-11}</math></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

- (2) le facteur de dose d'exposition externe est nul pour le Tritium, le Ni69 et le Ni63. Par conséquent, les doses associées sont nulles.
- (3) le C14 sous forme organique a été considéré pour l'évaluation de la dose par ingestion : cette forme étant la plus mobile, l'évaluation est conservative.
- (4) l'U235 et l'Am241 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 rouge souligné) radionucléides pour lesquels la dose évaluée est supérieure à  $10^{-13}$  Sv/an

**Tableau 5.4-2 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>Emetteurs bêta-gamma</b>				
$\beta+$ , $\beta-$	K40 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\beta-$	Co60	$9,3 \cdot 10^{-15}$	$8,4 \cdot 10^{-14}$	$9,3 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Nb94	$6,0 \cdot 10^{-14}$	$1,9 \cdot 10^{-15}$	$6,2 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$ , Ti	Ag108m	$1,3 \cdot 10^{-16}$	$9,5 \cdot 10^{-14}$	$9,5 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$ , Ti	<u>Ag110m</u>	$2,3 \cdot 10^{-16}$	<u><math>1,3 \cdot 10^{-13}</math></u>	<u><math>1,3 \cdot 10^{-13}</math></u>
$\beta-$	I129	$1,6 \cdot 10^{-18}$	$4,7 \cdot 10^{-14}$	$4,7 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$ , $\beta-$	Cs134	$7,3 \cdot 10^{-16}$	$7,5 \cdot 10^{-14}$	$7,6 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Cs137	$5,1 \cdot 10^{-20}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	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>	$1,3 \cdot 10^{-15}$	$1,3 \cdot 10^{-15}$
$\beta-$	<u>C14</u>	$1,4 \cdot 10^{-18}$	<u><math>7,3 \cdot 10^{-12}</math> <sup>(3)</sup></u>	<u><math>7,3 \cdot 10^{-12}</math></u>
$\beta+$ , $\beta-$	Cl36	$4,3 \cdot 10^{-23}$	$8,3 \cdot 10^{-18}$	$8,3 \cdot 10^{-18}$
$\beta-$	Ni63	0 <sup>(2)</sup>	$1,0 \cdot 10^{-14}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Sr90	$8,2 \cdot 10^{-21}$	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$1,4 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Tc99	$1,7 \cdot 10^{-20}$	$5,8 \cdot 10^{-14}$	$5,8 \cdot 10^{-14}$
$\beta-$	Sm151	$3,8 \cdot 10^{-17}$	$3,2 \cdot 10^{-14}$	$3,2 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$ , $\beta-$	Pu241	$3,9 \cdot 10^{-21}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$
$\beta+$	Ni59	0 <sup>(2)</sup>	$3,7 \cdot 10^{-14}$	$3,7 \cdot 10^{-14}$
<b>Sous-total émetteurs bêta-gamma</b>		<b><math>7,0 \cdot 10^{-14}</math></b>	<b><math>7,8 \cdot 10^{-12}</math></b>	<b><math>7,9 \cdot 10^{-12}</math></b>
<b>Emetteurs alpha</b>				
$\alpha$	Ra226 <sup>(1)</sup>	-	-	-
$\alpha$ , F	U235	$3,5 \cdot 10^{-18}$	$4,4 \cdot 10^{-16}$	$4,5 \cdot 10^{-16}$
$\alpha$	Am241	$3,3 \cdot 10^{-18}$	$1,7 \cdot 10^{-14}$	$1,7 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$	U234	$4,1 \cdot 10^{-19}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$ , F	U238	$2,8 \cdot 10^{-19}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$
Fs, $\alpha$	Pu238	$1,4 \cdot 10^{-19}$	$7,8 \cdot 10^{-14}$	$7,8 \cdot 10^{-14}$
Fs, $\alpha$	Cm244	$7,0 \cdot 10^{-18}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-14}$
$\alpha$	Pu239	$3,1 \cdot 10^{-20}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$
Fs, $\alpha$	Pu240	$6,7 \cdot 10^{-20}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$	$4,5 \cdot 10^{-14}$
<b>ICP-MS</b>				
$\alpha$	Th232 <sup>(1)</sup>	-	-	-
<b>Sous-total émetteurs alpha</b>		<b><math>1,5 \cdot 10^{-17}</math></b>	<b><math>2,2 \cdot 10^{-13}</math></b>	<b><math>2,2 \cdot 10^{-13}</math></b>
<b>Total radionucléides</b>		<b><math>7,0 \cdot 10^{-14}</math></b>	<b><math>8,1 \cdot 10^{-12}</math></b>	<b><math>8,2 \cdot 10^{-12}</math></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
- (2) le facteur de dose d'exposition externe est nul pour le Tritium, le Ni69 et le Ni63. Par conséquent, les doses associées sont nulles.
  - (3) le C14 sous forme organique a été considéré pour l'évaluation de la dose par ingestion : cette forme étant la plus mobile, l'évaluation est conservatrice.
  - (4) l'U235 et l'Am241 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.

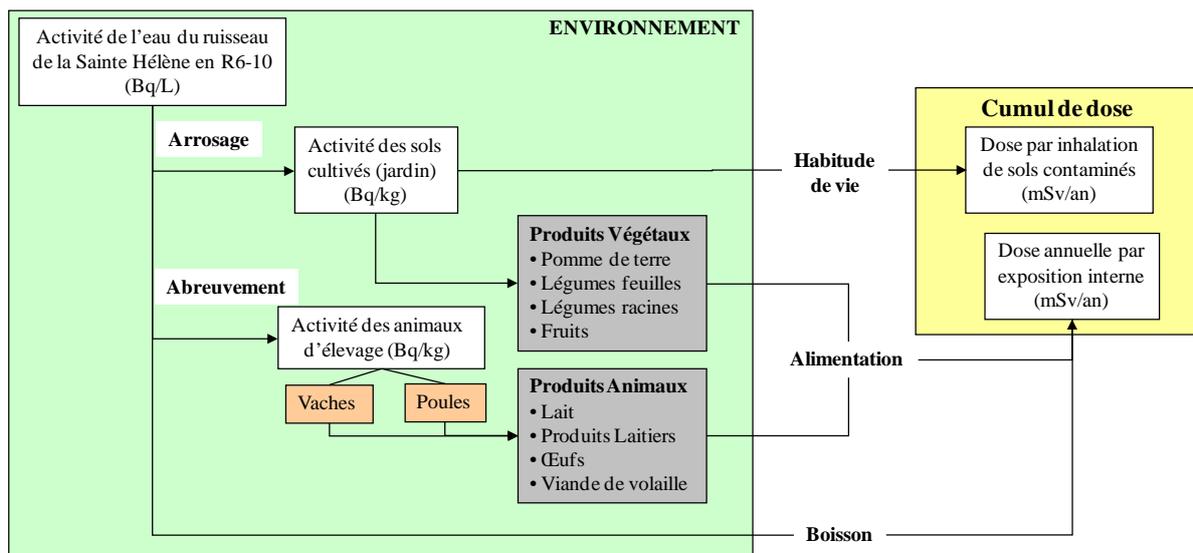
(en rouge souligné) radionucléides pour lesquels la dose évaluée est supérieure à  $10^{-13}$  Sv/an

#### 5.4.2.2 Cas du marquage du ruisseau de la Sainte-Hélène

Les mesures de concentration en tritium au point R6-10 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 5-39**.



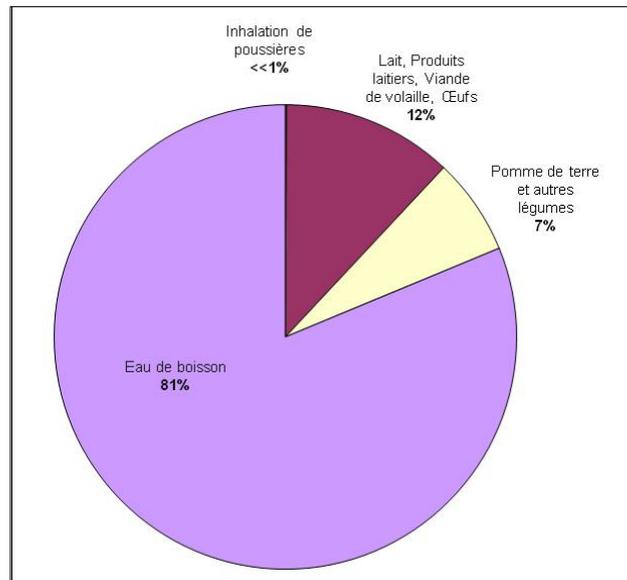
**Figure 5-39** Principe du modèle de calcul d'impact radiologique des eaux de la Sainte-Hélène

Les équations et les paramètres pris en compte dans la modélisation sont ceux du rapport de sûreté de 2009 [REF 6].

En 2016, la concentration moyenne en tritium des eaux du ruisseau de la Sainte-Hélène au point R6-10 a été de 21,9 Bq/L.

L'impact individuel sur le groupe de référence, résultant de la modélisation est évalué à **0,18  $\mu$ Sv/an** pour un adulte, 0,17  $\mu$ Sv/an pour un enfant de 10 ans et 0,16  $\mu$ Sv/an pour un enfant de 1 an.

La **Figure 5-40** 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 **0,03  $\mu$ Sv/an pour un adulte, 0,08  $\mu$ Sv/an pour un enfant de 10 ans et 0,11  $\mu$ Sv/an pour un enfant de 1 an.**



**Figure 5-40 Répartition des contributions des différentes voies d'atteinte à l'impact radiologique pour un adulte**

#### 5.4.2.3 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 [REF 6] 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 en 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 le rapport de sûreté du CSM [REF 6], le présent bilan ne présente que les évolutions constatées au cours des onze dernières années (période de 2005 à 2016).

#### 5.4.2.4 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 337,7 m<sup>3</sup> collectés en 2016 (9,95 m<sup>3</sup> pour le RSGE et 327,75 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 2005-2016.

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.

#### 5.4.2.5 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 2005-2016 (cf. **Tableau 5.4-3**).

Par souci de clarté, dans le **Tableau 5.4-3**, 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 relatifs :
  1. aux radionucléides servant au calibrage des appareils de mesure bêta global et en alpha global, c'est-à-dire le  $^{90}\text{Sr}$  pour bêta global et le  $^{239}\text{Pu}$  pour alpha global,
  2. 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  $^{137}\text{Cs}$  et de la somme des radionucléides  $^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$  (notés U).

**Tableau 5.4-3 Evolution des facteurs de surestimation des relâchements par le modèle**

Modèle	Tritium	$\beta_{\text{global}}$	$\beta_{\text{global}}$	$\alpha_{\text{global}}$	$\alpha_{\text{global}}$
Mesures BRSO	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{239}\text{Pu}$	U
2005	42	26 470	$5,5 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^6$	14 720
2006	53	30 970	$9,9 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^6$	16 000
2007	56	30 380	$9,7 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$	15 890
2008	55	29 760	$9,5 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^6$	12 920
2009	65	30 920	$9,9 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^6$	17 500
2010	70	23 942	$7,6 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^6$	17 752
2011 (BRSO + BRSObis)	62	22 152	$7,1 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^6$	17 328
2012 (BRSO + BRSObis)	54	11 122	$3,5 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^6$	36 087
2013 (BRSO + BRSObis)	63	23 530	$7,5 \cdot 10^5$	$4,3 \cdot 10^6$	39 904
2014 (BRSO + BRSObis)	110	20 804	$6,6 \cdot 10^5$	$4,2 \cdot 10^6$	39 891
2015 (BRSO + BRSObis)	90	18 575	$5,9 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^6$	60 058
2016 (BRSO + BRSObis)	108	23 794	$7,5 \cdot 10^5$	$7,7 \cdot 10^6$	78 389

Le tableau permet de constater que 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 40 à 110 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),
- les écarts entre les valeurs modélisées et les mesures sont restés stables ou ont augmenté sur la période 2005 à 2009. Pour ce qui concerne les émetteurs bêta, ces écarts ont légèrement diminué en 2012. Pour ce qui concerne les émetteurs alpha, les écarts ont légèrement diminué sur la période 2010-2011 et ont augmenté depuis 2012.

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 nouveau rapport de sûreté) alors que le REX de la surveillance montre que les infiltrations à travers la couverture sont plus limitées.

L'écart entre valeurs modélisées et mesures est plus faible pour le tritium car ce radionucléide est mobile avec l'eau mais aussi sous forme gazeuse alors que les radionucléides émetteurs  $\alpha$  et  $\beta$  sont uniquement mobiles en phase aqueuse.

#### 5.4.2.6 Radionucléides recherchés au point BRSO (hors BRSObis).

Dans l'optique d'une meilleure représentativité des mesures de relâchement des radionucléides au point BRSO (demande ASN), il est fait le choix de ne tenir compte que des relâchements mesurés au point BRSO avec le volume d'eau collecté correspondant (hors RSGEbis), soit 9,95 m<sup>3</sup> (**Tableau 4.2-12**).

Les mesures de spectrométries (gamma, alpha) et de scintillation liquide réalisées sur les eaux collectées au point BRSO permettent d'étendre la comparaison entre valeurs modélisées et mesures à un nombre plus étendu de radionucléides (**Tableau 5.4-4**).

Les écarts relatifs à ces radionucléides permettent de confirmer, pour l'année 2016, 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. Il faut noter que le faible volume d'eau collectés sur le BRSO (depuis la mise en place du BRSObis) a permis de détecter des radionucléides dont la concentration était inférieure à la limite de détection (<sup>60</sup>Co, <sup>90</sup>Sr, <sup>99</sup>Tc).

**Tableau 5.4-4 Facteurs de surestimation des relâchements par le modèle**

Radionucléides recherchés		Détection au BRSO (hors BRSObis)		Ratio Modèle/Mesure
		Concentration	Flux mesuré	
Emetteurs bêta	<sup>14</sup> C	60 à 73 Bq/L	650 kBq	3.10 <sup>5</sup>
	<sup>60</sup> Co	0,0213 à 0,0223 Bq/L	0,22 kBq	1.10 <sup>8</sup>
	<sup>137</sup> Cs	11,4 à 13,8 Bq/L	122 kBq	2.10 <sup>7</sup>
	<sup>63</sup> Ni	0,99 Bq/L	6,1 kBq	4.10 <sup>8</sup>
	<sup>36</sup> Cl	0,21 Bq/L	2,09 kBq	1.10 <sup>6</sup>
	<sup>59</sup> Ni	< SD	1,83 kBq	9.10 <sup>8</sup>
	<sup>90</sup> Sr	0,09 à 0,23 Bq/L	1,44 kBq	5.10 <sup>7</sup>
	<sup>94</sup> Nb	< SD	0,03 kBq	6.10 <sup>7</sup>
	<sup>99</sup> Tc	0,33 Bq/L	1,9 kBq	5.10 <sup>5</sup>
	<sup>108m</sup> Ag	< SD	0,03 kBq	1.10 <sup>8</sup>
	<sup>241</sup> Pu	< SD	0,15 kBq	3.10 <sup>5</sup>
Emetteurs alpha	<sup>226</sup> Ra	0,012 à 0,021 Bq/L	0,17 kBq	1.10 <sup>6</sup>
	<sup>232</sup> Th	< SD	0,05 kBq	5.10 <sup>4</sup>
	<sup>238</sup> Pu	0,0013	0,011 kBq	7.10 <sup>9</sup>
	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	0,0011	0,007 kBq	4.10 <sup>10</sup>
	<sup>241</sup> Am	< SD	0,002 kBq	4.10 <sup>9</sup>

Comme pour les précédentes années, l'évolution des écarts entre les valeurs modélisées et les mesures pour l'année 2016 tiennent 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 2016, du fait de la mise en place du RSGEbis.

#### 5.4.2.7 Conclusion de la comparaison entre valeurs modélisées et mesures au point BRSO et au BRSObis

D'un point de vue qualitatif, la comparaison entre valeurs modélisées et mesures au point BRSO et au BRSObis montre que le spectre des radionucléides relâchés d'après le modèle de sûreté est confirmé par les analyses semestrielles au point BRSO et BRSObis : spectrométries (gamma, alpha) et scintillation liquide.

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 108), car ce radionucléide présente la spécificité d'être aussi mobile que l'eau, sous forme liquide et vapeur.

On vérifie, pour l'année 2016, 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.

#### 5.4.3 Synthèse de l'estimation des doses radiologiques reçues par les groupes de référence pour l'année 2016

Les tableaux des pages suivantes (Tableau 5.4-5 et Tableau 5.4-6) présentent les estimations des doses radiologiques reçues par la population pour l'année 2016 et sont désormais intégrés au bilan annuel de la surveillance du Centre.

Les résultats présentés correspondent aux populations composant les groupes de référence, conformément au dossier d'autorisation de rejets du Centre. Les modalités de calcul de l'impact ont été détaillées dans les paragraphes précédents.

Tableau 5.4-5 Tableau de synthèse des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016

Localisation des groupes de référence			Population adulte : dose ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ) due à		Population enfants : dose ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ) due à		Population nourrisson : dose ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ ) due à		Modèle utilisé	
Année	Groupe de référence	Distance au site	IE	In	IE	In	IE	In	IE	In
2016	Groupe de pêcheurs vivant à Goury en bord de mer	7,0 Km	$7,0 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	$8,1 \cdot 10^{-6}$	- (*)	- (*)	<u>Rejets en mer</u> : 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	0,18	0	0,17	0	0,16	<u>Rejets et relâchements dans le ruisseau de la Sainte-Hélène</u> : 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 [1], « 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 nourrissons n'étant pas présents sur le bateau de pêche, ils ne sont pas exposés aux sédiments marins remontés par dragage ».

**Tableau 5.4-6 Résultats détaillés – Tableaux analytiques des facteurs concourant à l'estimation des doses pour l'année 2016**

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 de synthèse 5.4-5

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 ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	2,14	$2,1 \cdot 10^{-9}$	0	-	-	-	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$\approx 0 \%$
Total émetteurs $\beta\gamma^{**}$	$8,73 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	-	-	-	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$\approx 95 \%$
Total émetteurs $\alpha^{***}$	$0,76 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	-	-	-	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$\approx 5 \%$

\* 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 5.4-1.

\*\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\alpha$  présents dans le tableau 5.4-1.

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 de synthèse 5.4-5

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 ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	2,14	$1,3 \cdot 10^{-9}$	0	-	-	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$\approx 0 \%$
Total émetteurs $\beta\gamma^{**}$	$8,73 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-8}$	-	-	-	$7,9 \cdot 10^{-6}$	$\approx 97 \%$
Total émetteurs $\alpha^{***}$	$0,76 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	-	-	-	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$\approx 3 \%$

\* 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 5.4-2.

\*\*\* Pour les rejets liquides, il s'agit du sous-total des émetteurs  $\alpha$  présents dans le tableau 5.4-2.

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 de synthèse 5.4-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	35,9	0,18	-	-	-	-	0,18	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 de synthèse 5.4-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	35,9	0,17	-	-	-	-	0,17	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 de synthèse 5.4-5

Radionucléide	Effluents liquides			Effluents gazeux			Total en $\mu\text{Sv}/\text{an}$	Part dans la dose totale
	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Activité rejetée (GBq)	Ingestion ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )	Irradiation externe ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )		
$^3\text{H}$	35,9	0,16	-	-	-	-	0,16	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.

## Références

[1] Dossier DARPE SUR.RP.ADCS.97.006, Pièce 3, chapitre V.3.3.2.1.Choix et description du groupe de référence

## 5.5 Protection du milieu naturel

### 5.5.1 Suivi floristique

En 2016, le suivi de l'évolution du cortège des espèces floristiques de la couverture du Centre de stockage de la Manche s'est poursuivi. L'herbier photographique, élaboré en 2008, a été complété par une nouvelle espèce identifiée en 2016 sur la couverture (millepertuis androsème). Ces campagnes de terrains ont été menées le 08 juin et les 11 et 12 juillet 2016 sur l'ensemble de la couverture, dont les 25 placettes.

La flore totale inventoriée à ce jour sur la couverture du CSM compte 181 taxons. 1 nouveau taxon a été découvert en 2016. Ces espèces sont réunies au sein d'un herbier photographique élaboré dans le cadre de cette étude.

Près de 85% des taxons présents sur la couverture sont « communs » en Basse-Normandie. Néanmoins, 19 peuvent être considérés comme ayant une valeur patrimoniale (espèces possédant un statut de rareté). Parmi celles-ci, on soulignera la présence d'une espèce protégée au niveau national, l'Erythrée vivace - *Centaureum scilloides* - qui fait l'objet d'un suivi spécifique par l'Andra.

Par ailleurs, la présence et l'extension de la Renouée du Japon (espèce invasive) est surveillée car elle représente un danger pour l'évolution du couvert végétal de la couverture du CSM.

Du point de vue de la dynamique de végétation, le rex permet maintenant d'affirmer des tendances évolutives qui se confirment d'année en année. En l'absence de gestion de la végétation de la couverture du CSM, une tendance évolutive vers des formations plus mésophiles et une lente évolution vers les composantes sylvatiques avec une accélération de leur progression dans la plupart des placettes apparaissent.

Sur les placettes gérées par une tonte annuelle, la même évolution vers des formations plus mésophiles semble se dessiner. L'apparition des composantes sylvatiques reste au contraire marginale.

Actuellement, les variations de structure ou de composition des communautés végétales, en fonction des facteurs abiotiques considérés (pente, exposition), ne sont pas nettement perceptibles ce qui limite le champ des interprétations possibles.

### 5.5.2 Suivi du transfert de l'Erythrée vivace

Suite au transfert in-situ des stations d'Erythrée impactées par les travaux de confortement du talus 112 Bis réalisés en 2013, un suivi spécifique de l'évolution des plants transférés est réalisé annuellement.

#### Suivi des opérations de transfert in-situ :

Le transfert in-situ de stations d'Erythrée impactées par les travaux de confortement des talus de la couverture a été réalisé les 16 et 17 avril 2013. Un suivi scientifique des stations transplantées est réalisé sur 5 ans (2013 à 2017), afin d'évaluer la faisabilité et l'efficacité du transfert de l'Erythrée. Le retour d'expérience permet d'envisager, pour des travaux ultérieurs pouvant impacter l'espèce sur le site du CSM, le sauvetage des stations par transfert.

Les suivis réalisés depuis 2013 au sein des stations d'accueil ont mis en évidence un nombre très important de tiges d'Erythrée vivace en augmentation durant les quatre dernières années. La transplantation de spots d'Erythrée vivace, présents sur le Centre de stockage, est donc possible et la méthode de transplantation retenue ne semble pas être un obstacle pour la reprise des individus transférés.

Il a cependant été observé de fortes différences dans l'évolution des spots de l'espèce selon les secteurs et stations d'accueil, leurs caractéristiques et leur gestion. Ainsi, il semble que :

- le déplacement manuel est plus favorable au maintien et au développement de l'Erythrée (il concerne les deux stations d'accueil avec les plus fortes augmentations d'effectifs),

- le niveau d'humidité fort est défavorable au maintien de l'espèce (il concerne les deux stations d'accueil avec les plus fortes baisses d'effectifs) ; ce critère répond d'ailleurs bien à l'écologie de l'Erythrée vivace.

Les critères d'exposition et de pente ne semblent pas avoir d'influence sur les populations d'Erythrée transférées.

L'évolution plus favorable observée pour les stations ayant été transférées par déplacement manuel peut s'expliquer par l'élimination de la concurrence végétale de l'Erythrée vivace qui affectionne les milieux ouverts.

Le prochain et dernier comptage, prévu en 2017, permettra de confirmer ces hypothèses, d'évaluer et de conclure quant à la tolérance de l'Erythrée vivace à un transfert et à long terme.

#### Plan de conservation de l'Erythrée couchée :

L'élaboration du plan de conservation se déroule en 4 étapes :

- Phase 1 : Mise en place du comité de suivi,
- Phase 2 : Définition du plan et du protocole d'étude,
- Phase 3 : Réalisation de l'état des lieux de l'Erythrée vivace sur le Cap de la Hague,
- Phase 4 : Définition des enjeux et actions pour la conservation de l'Erythrée couchée sur le Cap de la Hague.

Suite à la première réunion du comité de pilotage du plan de conservation en septembre 2014, le comité s'est réuni deux fois en juin et en octobre 2015 pour élaborer le plan d'action de conservation. Les actions sont classées sous trois thématiques : les mesures de sensibilisation et d'information, l'amélioration des connaissances et les mesures de conservation et de gestion.

#### Création d'un herbier du CSM : 1<sup>er</sup> marqueur long terme mémoriel du site

Une convention de partenariat a été signée avec le Conservatoire Botanique National de Brest pour l'élaboration du plan de conservation de l'Erythrée couchée à l'échelle de la Hague et l'animation d'un comité de suivi.

### **5.5.3 Suivi du développement racinaire des ajoncs**

En 2014, l'Andra a procédé à la coupe des ajoncs présents à l'Est du Centre puis à l'Ouest en 2015 et 2016.

En 2015, le prélèvement d'un ajonc sur la placette N°11 près de la route sommitale dont la croissance arrivait à maturité a été réalisé pour observer la longueur et la profondeur de l'enracinement. L'observation a montré que son développement racinaire se limite à la terre végétale de la couverture.

### **5.5.4 Suivi hydrobiologie**

En complément de la surveillance physico-chimique et radiologique de la qualité des eaux rejetées par le Centre, l'étude biennale de la qualité biologique des trois cours d'eau : les Roteurs cours d'eau référence situé hors impact du Centre de stockage, le Grand Bel et la Sainte Hélène, sous influence potentielle des effluents du CSM, a été réalisée en 2016 aux points R1, R3, R6 et R6-10. L'évaluation de la qualité biologique est établie par la mise en œuvre des trois méthodes fondées sur l'analyse de peuplements d'organismes aquatiques et de macrophytes et permettant d'obtenir trois indices de qualité complémentaires : IBGN (Indice Biologique Global Normalisé), IBD (Indice Biologique Diatomées) et IBMR (Indice Biologique Macrophyte en Rivière). Des campagnes similaires ont été réalisées en 2014, 2012, 2010, 2008, 2006, 2004, 2002, 1999 et 1997.

L'intérêt de ces bio-indicateurs repose sur leur caractère intégrateur, c'est-à-dire qu'ils reflètent la qualité générale du ruisseau au cours de l'année et non pas au moment du prélèvement. Ils informent ainsi sur la capacité d'accueil de la faune et de la flore par le ruisseau, ainsi que leur capacité de développement et de reproduction.

En croisant les informations données par l'étude comparative et évolutive des peuplements de macro-invertébrés, de diatomées et de macrophytes, on peut conclure à une absence d'impact négatif des activités du CSM sur la qualité biologique du Grand Bel et de la Sainte Hélène :

- Le ruisseau des Roteurs, pris comme référence non radiologique dans cette étude, présente une « très bonne » qualité biologique concernant les macroinvertébrés (16/20) et une bonne qualité biologique pour les diatomées (indice IBD). Cependant, les macrophytes révèlent un fort niveau trophique du ruisseau et classent cette station en classe d'état EQR moyen. Néanmoins, la note IBMR obtenue semble peu fiable vis-à-vis des caractéristiques physiques du milieu (station fortement ombragée et très faible hauteur d'eau, limitant ainsi le développement des végétaux).

Toutefois, le peuplement de diatomées (indice IPS moyen) met en évidence la présence de pollutions organiques ponctuelles (présence de parcelles agricoles et de pâtures dans le lit majeur du cours d'eau) :

- La note «Equivalent IBGN» (10/20-8/20) du Grand Bel, qualité biologique médiocre, laisse deviner une influence prépondérante de l'hydromorphologie de la station qui limite considérablement les possibilités d'installation d'une faune variée. L'impact du bétail est également mis en avant par le piétinement dans le cours d'eau mais également comme source potentielle de matières organiques (indice IBMR de niveau trophique élevé). Toutefois, cette influence ne semble pas se répercuter sur l'indice diatomique IBD qui classe ce tronçon en « bonne » qualité.
- L'analyse des macro-invertébrés de la Sainte Hélène montre une certaine similarité avec le site de référence traduisant une qualité d'eau et d'habitat proche, soit une très bonne qualité d'eau (18/20). Cependant, l'analyse du peuplement diatomique laisse supposer un enrichissement trophique intervenant ponctuellement et de manière modérée. Ce phénomène peut s'expliquer par une pression anthropique, indépendante du CSM (agricole et/ou domestique), plus importante sur la Sainte Hélène. Les deux indices IBMR semblent peu fiables de par le manque de luminosité des stations et le fort encaissement de la station MR6-10, limitant ainsi fortement le développement des végétaux.

Enfin, l'étude des macro-invertébrés et des diatomées ne révèle pas la présence d'une pollution métallique impactante sur la Sainte Hélène et le Grand Bel.

# 6



## Conclusion



L'activité de surveillance du CSM et de son environnement en 2016 fait ressortir les éléments suivants :

- L'impact du Centre sur son environnement reste très faible et ne présente pas d'impact sanitaire :
  - de  $1,2 \cdot 10^{-5}$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  (adulte) pour les rejets en mer, il est non significatif ;
  - de  $0,18$   $\mu\text{Sv}/\text{an}$  (adulte) pour celui dû au marquage de la rivière Sainte-Hélène, ce résultat demeure très inférieur à la limite réglementaire d'exposition du public ( $1$   $\text{mSv}/\text{an}$ ).
- Hormis un dépassement de la teneur en MEST ( $39$   $\text{mg}/\text{L}$  pour  $30$   $\text{mg}/\text{L}$  prescrits) à l'exutoire des eaux pluviales (CMG), lié à des travaux de broyage d'ajoncs à l'Ouest du Centre, les autres seuils physico-chimiques et radiologiques de l'arrêté d'autorisation de rejets du 10 janvier 2003 ont été respectés. Ce dépassement ponctuel a fait l'objet d'une déclaration d'un événement significatif à l'ASN, classé hors échelle INES.
- La contamination en tritium de la nappe sous-jacente au Centre continue de diminuer en 2016 ( $2459$   $\text{Bq}/\text{L}$  en moyenne). La tendance à la baisse observée sur l'ensemble des piézomètres l'est également pour chacun des secteurs.  
L'aquifère est affecté par des différentiels de concentration en profondeur ou phénomène de stratification, dont les effets sont variables suivant les années et les saisons, en fonction des battements de la nappe. Ce phénomène de stratification, suivi depuis cinq ans en liaison avec la CLI, est décrit comme fluctuant. Cette expertise conforte ainsi l'Andra dans sa stratégie de suivre l'évolution du tritium dans les eaux souterraines à un horizon fixe, hors pompage pour ne pas perturber l'aquifère et par des indicateurs représentatifs par secteur regroupant plusieurs piézomètres.
- L'évolution de l'activité tritium des ruisseaux se traduit ainsi :
  - L'activité radiologique du tritium se stabilise sur l'ensemble du cours du ruisseau de la Sainte-Hélène aux alentours de  $20$   $\text{Bq}/\text{L}$ . Cette activité tritium moyenne, cohérente avec les rejets d'eau pluviale au point de contrôle GPNE, l'est également avec le marquage tritium provenant de l'exhaure des eaux souterraines.
  - L'activité radiologique du tritium au Grand Bel continue de décroître en cohérence avec la tendance observée dans les eaux souterraines au droit du Centre.
- D'un point de vue hydraulique, le bon comportement de la couverture se confirme et se traduit par :
  - $0,08$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  drainés par les 107 BRS raccordés à l'exutoire BRS0,
  - $0,27$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  drainés par l'ensemble des drains sous membrane, y compris les drains sous membrane des chambres de drainage CD11 et CD14.

En 2016, les drains sous membrane des chambres de drainage CD11 et CD14 ont comptabilisé une part majoritaire du volume total sous membrane. Des travaux visant à détourner et améliorer la récupération des eaux de surface et de subsurface ont été réalisés pour la chambre de drainage CD11.

Pour la chambre de drainage CD14, des travaux de réfection du caniveau pluvial situé en crête des talus 110/111 Ouest semblent avoir permis, en limitant l'infiltration d'eau dans la couverture, de diminuer de façon significative les volumes d'eau drainés sous membrane par la CD14.

L'indicateur de la performance de la couverture prend également en compte les infiltrations en bordure de stockage :

- $2,73$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  drainés par les trois BRS raccordés au BRS0bis.

A ces volumes, s'ajoutent  $0,78$   $\text{L}/\text{m}^2/\text{an}$  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 3,86 L/m<sup>2</sup>/an, provenant majoritairement de l'angle Nord-Est du Centre par des infiltrations d'eaux parasites.

- Concernant l'évolution de la couverture, les tassements observés sur la partie sommitale de la couverture restent sécuritaires vis-à-vis des propriétés d'étanchéité de la membrane.  
Les mesures et observations de terrain confirment la consolidation lente des talus 109/110/111 Est suite aux confortements réalisés durant l'été 2010, et du talus Nord dont le confortement a été réalisé en 2011. Les mesures effectuées au niveau du talus 112bis, conforté durant l'été 2013, montrent un ralentissement des mouvements confirmant ainsi l'entrée de ce talus dans sa phase de consolidation lente.  
La phase court terme de stabilisation des talus les plus instables, annoncée dans le rapport de sûreté 2009 étant terminée, le retour d'expérience semble montrer qu'une pente 3H/1V apporte une bonne stabilité.
- Les travaux menés en 2016 sur les infiltrations d'eaux parasites ont permis de montrer que :
  - Le fossé de pied de talus des panneaux 101 Est et 102 Est entre les chambres de drainage CD4 et CD5 alimentait par débordement le BRS002 et le RSGEbis. Il s'agit là, après le caniveau pluvial de la route périphérique au Nord-Est du Centre, de la deuxième entrée d'eau identifiée.
  - Les eaux drainées par le BRS149 proviennent essentiellement de la désaturation des terrains via une circulation par le « drain Est ».
  - Le BRS114 ne semble plus présenter d'écoulement depuis la réparation du caniveau pluvial en vis-à-vis de la chambre de drainage CD21.

Les résultats des investigations concernant l'origine des infiltrations parasites seront versés comme données d'entrée à l'avant-projet sommaire des travaux couverture pérenne.

# 7

---

## Annexes

---

<i>7.1</i>	<i>Méthodologie pour le suivi radiologique</i>	<i>219</i>
<i>7.2</i>	<i>Méthodologie pour le suivi physicochimique</i>	<i>224</i>
<i>7.3</i>	<i>Erratum bilans</i>	<i>230</i>
<i>7.4</i>	<i>Tableaux de mesures</i>	<i>231</i>
<i>7.5</i>	<i>Tableaux de mesures de l'expertise tritium</i>	<i>309</i>
<i>7.6</i>	<i>Liste des documents de référence</i>	<i>314</i>

## 7.1 Méthodologie pour le suivi radiologique

### 7.1.1 Points de prélèvement, compartiments et nature d'échantillons

Le **Tableau 7.1-1** présente les points de prélèvement de la surveillance radiologique du Centre par compartiment et les figures du bilan annuel sur lesquelles ils sont représentés.

**Tableau 7.1-1 Présentation des points et compartiments de prélèvements**

Compartiments	Point de prélèvement	Présentation
<b>Matrice liquide</b>		
Eaux de pluie	PH1	Station météo ; figure 5-37
Eaux pluviales	CMG	Exutoire des eaux pluviales ; figure 1-2
Eaux de drainage couverture	RP300	Exutoire des eaux de drainage couverture ; figure 1-3
Effluents à risque	BDS	Exutoire des effluents à risque ; figure 1-5
	BRS0	Exutoire du RSGE en amont des cuves n°2, n°4 figure 1-5 ; figure 1-6
	BRS0bis	Exutoire du RSGEbis cuves n°6, n°5, n°3 figure 1-5 ; figure 1-6
	Cuve	cuve d'entreposage des effluents du RSGE ; figure 1-6
	BRS-OU	Contrôle du RSGE ouest et central ; figures 1-4 ; 1-6
	BRS-ES	Contrôle du RSGE est ; figures 1-4 ; 1-6
	BRS	Contrôle à la sortie des ouvrage de stockage ; figure 1-7
	RD12	Exutoire des eaux du drainage profond ; figures 1-4 ; 1-6
	RD24, RD23, RD22, RD21, RD20, RD19, RD18, RD17, RD13, RD3	RD24 regard récupérant les eaux venant des drains de soubassement ou des ouvrages ; figure 1-4
Eaux souterraines	48 piézomètres Andra 14 piézomètres AREVA NC	Voir tableau 5.1.2 et figure 5-1
Eaux de surface	R6 ; R6-10	Ruisseau de la Sainte-Hélène ; figure 5-33
	R3	Ruisseau du Grand Bel ; figure 5-33
	R1 ; R1-10	Ruisseau des Roteurs ; figure 5-33
<b>Matrice minérale</b>		
Sédiments réseau pluvial	SCMG	Fosse de tranquillisation de la CMG ; figure 1-2
Sédiments ruisseaux	SR3	Ruisseau du Grand Bel ; figure 5-33
	SR6-10	Ruisseau de la Sainte-Hélène (aval) ; figure 5-33
	SR6	Ruisseau de la Sainte-Hélène (amont) ; figure 5-33
<b>Matrice biologique</b>		
Végétaux	V1 ; V2	Herbe de la couverture ; figure 5-37
<b>Matrice air</b>		
Aérosol	AS1	Aérosols sur filtre, Station météo; figure 5-37
Milieu ambiant	Rn1N ; Rn2S	Mesure du radon sur le Centre ; figure 5-38
	D1, D5, D7, D9, D11, D14, D17, D18, D19, D21, Dstation	Dosimètres de clôture et à la station météo ; figure 5-38
Gaz air	AS1	Barboteur tritium à la station météo ; figure 5-37

Le **Tableau 7.1-2** précise les matériels utilisés au regard des compartiments et des matrices.

**Tableau 7.1-2 Présentation des matériels utilisés en regard des compartiments de prélèvements**

Compartiments	Matériels
<b>Matrice liquide</b>	
Eaux de pluie	Pluviomètre SDEC
	Eprouvette de classe A
Eaux pluviales	Préleveur d'échantillons réfrigéré ISCO4700
	Eprouvette de classe A
	Débitmètre SIEMENS
Eaux de drainage couverture	Préleveur d'échantillons réfrigéré ISCO4700
	Eprouvette de classe A
	Débitmètre HYDROLOGIC
Effluents à risque	Préleveur d'échantillons réfrigéré ISCO4700 (BDS)
	Eprouvettes
	Vanne pointeau de fuite (BRS0, RD12)
	Débitmètre HYDROLOGIC (BDS)
	Débitmètre SIEMENS (RD12)
Eaux souterraines	Tubulure de prélèvement
	Sonde de mesure de hauteur de nappe
Eaux de surface	Bidon de prélèvement
<b>Matrice minérale</b>	
Sédiments réseau pluvial	Seau, pelle
Sédiment ruisseau	Seau, pelle
<b>Matrice biologique</b>	
Végétaux	Ciseaux, tondeuse
<b>Matrice air</b>	
Aérosol	Filtre cellulose C569, Préleveur Algade EAS70K
Milieu ambiant	Préleveur radon ALGADE
	Dosimètre
Gaz air	Barboteur tritium

### 7.1.2 Modalités de prélèvement

Les prélèvements dans les réseaux et dans l'environnement du Centre sont assurés par l'Andra et son prestataire CERAP. Les techniques de prélèvements sont décrites par des modes opératoires et documents techniques qui tiennent compte des exigences des normes de prélèvement, notamment la norme ISO/CEI 17025 ainsi que de celles des laboratoires de mesures et des spécificités du CSM, en particulier pour les prélèvements dans les eaux souterraines.

### 7.1.3 Laboratoires, préparation des échantillons, analyses

Selon leur provenance, les échantillons sont confiés à différents laboratoires d'analyses. Les analyses radiologiques courantes, internalisées depuis 2015 au laboratoire Andra de l'Aube, permettent une surveillance rapprochée du Centre. Les analyses radiochimiques à fréquences semestrielle annuelle et quinquennale recherchent la présence dans l'environnement et dans les réseaux du Centre des radionucléides de l'inventaire radiologique du Centre. Ces analyses sont réalisées par le laboratoire EICHRON situé à Bruz près de Rennes.

Le **Tableau 7.1-3** détaille la répartition des prélèvements par laboratoire par compartiments et par matrice. Ces laboratoires effectuant des analyses dans l'environnement, ils disposent des agréments de l'ASN pour les matrices concernées.

**Tableau 7.1-3 Répartition des prélèvements par laboratoire**

Compartiment	PdP	Laboratoire	Echantillon
<b>Matrice liquide : analyses de radiologie courante</b>			
Eaux de pluie	PH1	Laboratoire Andra CSA	moyen hebdomadaire moyen mensuel
Eaux pluviales	CMG		moyen 3 jours moyen mensuel
Eaux de drainage couverture	RP300		moyen mensuel
Effluents à risque	BDS		moyen hebdomadaire moyen mensuel
Eaux souterraines	48 piézomètres Andra		ponctuel mensuel, bimensuel, semestriel
Eaux de surface	R1, R1-10, R3, R6 ; R6-10		ponctuel hebdomadaire
Effluents à risque	BRS0		moyen mensuel
	BRS0bis		ponctuel hebdomadaire
	BRS-OU		ponctuel hebdomadaire
	BRS-ES		ponctuel hebdomadaire
	BRS	annuel (du 24 au 26 octobre 2016)	
	RD12	moyen hebdomadaire moyen mensuel	
	RD24, RD23, RD22, RD21, RD20, RD19, RD18, RD17, RD13, RD3	ponctuel semestriel 16/03/2016 au 1 <sup>er</sup> semestre 25/10/2016 au 2 <sup>ème</sup> semestre	
<b>Matrice liquide : analyses radiochimiques</b>			
Eaux pluviales	CMG	Laboratoire EICHROM	aliquote semestriel
Effluents à risque	BDS		aliquote semestriel
	BRS0		ponctuel semestriel
Eaux de surface	R6 ; R6-10	ponctuel annuel le 21/06/2016	
Eaux souterraines	PO1 31, PO1 80, PO140, PO1 38, PO1 13, PO168, PZ700, PO1 73, PO1 74, PO001, PO1 59	ponctuel annuel du 19/04 /2016 au 20/04/2016	
	PO1 31, PO1 80, PO1 38, PO1 74, PO001, PO1 59	ponctuel quinquénal du 23/03 /2012 au 03 /04/2012	
Eaux de surface	GPNE	laboratoire faible activité d'AREVA NC	Aliquote bimensuel
Eau de drainage	bâtiment EEV-SE		ponctuel hebdomadaire
Eaux souterraines	14 piézomètres AREVA NC		ponctuel mensuel
<b>Matrice minérale</b>			
Sédiments réseau pluvial	SCMG	Laboratoire EICHROM	ponctuel annuel le 21/06/2016
Sédiments ruisseau	SR6-10		ponctuel annuel le 21/06/2016
Sédiments ruisseaux	SR3	Laboratoire Andra CSA	ponctuel trimestriel
	SR6-10		
<b>Matrice biologique</b>			
Végétaux	V1 ; V2	Laboratoire EICHROM	ponctuel mensuel
<b>Matrice air</b>			
Aérosols	AS1	Laboratoire Andra CSA	continu journalier
Gaz air			continu hebdomadaire
Milieu ambiant	Rn1N ; Rn2S	Laboratoire ALGADE	continu mensuel
	D1, D5, D7, D9, D11, D14, D17, D18, D19, D21, Dstation	Laboratoire dosimétrique d'AREVA NC	exposition sur un mois

Le **Tableau 7.1-4** précise les préparations d'échantillons (filtration) réalisées par le laboratoire Andra du CSA avant analyse, faites à partir des prélèvements fournis par l'Andra/CSM.

**Tableau 7.1-4 Préparations des échantillons avant analyses**

préparations et par point de prélèvement			
Points	Eau filtrée à 0,45 µm	Résidus solide	Eau brute
Ruisseaux	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
Piézomètres	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
CMG mois	α, β	βmes, teneur	tritium, potassium, pH
CMG 3jours	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
BDS mois	α, β	βmes, teneur	tritium, potassium, pH
BDS hebdo	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
BRS0	α, β	βmes, teneur	tritium, potassium, pH
BRS0bis	α, β	βmes, teneur	tritium, potassium, pH
BRS-ES	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
BRS-OU	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
BRS	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
RD12 mois	α, β	βmes, teneur	tritium, potassium, pH
RD12 hebdo	-	-	tritium, pH
RD	-	-	α, β, tritium, potassium, pH
RP300	-	-	α, β, tritium, potassium
Pluie	-	-	α, β, tritium, potassium, pH

#### 7.1.4 Traitement des résultats

Les valeurs présentées dans les tableaux au § 7.4 sont indiquées en seuil de décision et non plus en limite de détection, conformément à la décision ASN n° 2008-DC-0099 du 29 avril 2008. Le calcul des relâchements en activités prenait déjà en compte les seuils de détection pour les activités volumiques non significatives, afin de ne pas comptabiliser doublement et artificiellement des activités non significatives.

Enfin, pour le **calcul des relâchements en activités**, les seuils de décision ont été pris en compte pour les activités volumiques non significatives (comme préconisé par l'ASN) et ceci, afin de ne pas comptabiliser doublement (et artificiellement) des activités non significatives.

##### 7.1.4.1 Analyses de radiologie courante réalisées par le laboratoire Andra/CSA

Concernant les mesures radiologiques, il convient de rappeler que :

- parmi les résultats présentés, seuls doivent être considérés comme significatifs ceux qui se situent au-dessus des seuils de décision ;
- à chaque résultat de mesure significatif est associée une incertitude. Cette incertitude est essentiellement liée aux méthodes d'analyses du laboratoire Andra et ne tient pas compte de l'incertitude sur le prélèvement :
  - les analyses réalisées suivent la norme NF ISO 10704 (pour les mesures alpha-bêta), la norme NF ISO 9698 (pour la mesure tritium) et la norme NF T 90-019 pour la mesure du potassium et NF EN 972 pour la teneur en MES ;
  - les incertitudes relatives sont rendues à  $2\sigma$ .
- les résultats des comptages alpha et bêta sont exprimés en alpha global (en équivalent  $^{239}\text{Pu}$ ) et bêta global (en équivalent  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ) ;
- l'interprétation des résultats de mesure  $\beta$  amène à croiser ces dernières avec les teneurs en potassium, afin d'évaluer la contribution du  $^{40}\text{K}$ . Pour les analyses réalisées par le laboratoire, l'activité  $\beta$  hors  $^{40}\text{K}$  et l'incertitude associée sont estimées de la manière suivante :

$\beta$ (Bq/L) mesuré	K (mg/L) mesuré	$^{40}\text{K}$ (Bq/L) calculé	$\beta$ hors $^{40}\text{K}$ (Bq/L) calculé
$a \pm b$	$c \pm d$	$c' \pm d' = (c \pm d) \times 0,0276$	$V = a - c' \pm$

Ainsi, lorsqu'elle est calculée, l'activité bêta hors  $^{40}\text{K}$  est exprimée dans les tableaux de la façon suivante, trois cas de figure pouvant se présenter :

$\beta$ hors $^{40}\text{K}$ (Bq/L) calculé	Résultat indiqué
$1 \pm 5$	< 5
$2 \pm 5$	< 7
$6 \pm 5$	$6 \pm 5$

- le **seuil de décision (SD)** est défini comme la limite en deçà de laquelle l'incertitude qui entache la mesure est supérieure à 100 % de la valeur mesurée. La **limite de détection (LD)** est égale à deux fois le seuil de décision.

#### Mesure de l'activité bêta au BRS0bis

L'étude effectuée par l'Andra et les laboratoires prestataires, en particulier le laboratoire SUBATECH sur les différences constatées lors de la mesure de l'activité bêta au BRS0bis, a conclu que la présence du carbone 14 sous une forme inorganique dans les effluents du RSGEbis influençait la mesure de l'activité bêta réalisée avec un compteur proportionnel à hauteur de 12 à 15 % en équivalent  $^{90}\text{Sr}$ . Dans un premier temps, en 2012, la mesure de l'activité bêta a été réalisée selon une méthode interne consistant à caler le compteur proportionnel sur l'énergie du  $^{14}\text{C}$  et non sur celle du  $^{90}\text{Sr}$ . Ceci a conduit à augmenter artificiellement l'activité bêta de ce réseau.

En 2013, après s'être assuré de la conformité à la norme NF ISO 10704, il a été décidé de ne pas acidifier les prélèvements aux points de contrôle BRS0bis et autres BRS avant la mesure afin de conserver le carbone 14 dans l'échantillon à mesurer. Cette pratique normée a permis de retrouver l'activité bêta attendue.

#### 7.1.4.2 Analyses radiochimiques réalisées par le laboratoire EICHROM

Concernant les mesures radioisotopiques, il convient de rappeler que :

- à chaque résultat de mesure significatif est associée une incertitude. Cette incertitude est essentiellement liée aux méthodes d'analyses du laboratoire et ne tient pas compte de l'incertitude sur le prélèvement.
- le laboratoire EICHROM est accrédité COFRAC ; les analyses réalisées suivent les normes précisées dans le **Tableau 7.1-5**. Le laboratoire dispose de nombreux agréments ASN.
- les tableaux de valeurs au **§ 7.4** séparent les résultats d'analyse pour les prélèvements d'eau en parties soluble et insoluble lorsque l'échantillon a subi un prétraitement : il s'agit d'une filtration à  $0,45 \mu\text{m}$  ; les points de prélèvements concernés sont : les eaux souterraines, l'eau du RSGE (BRS0), ainsi que l'eau des ruisseaux en R6 et R6-10.
- les sédiments quant à eux subissent un prétraitement selon la norme NF ISO 18589-2 : il s'agit d'un broyage et d'un tamisage à  $200 \mu\text{m}$ .

Dans les tableaux de valeurs présentés au **§ 7.4**, lorsque la mesure est inférieure au seuil de décision, c'est le seuil de décision qui est indiqué et **non plus la limite de détection** correspondante (décision ASN n°2008-DC-0099 et courrier ASN/DEU n° 924-2008 du 16 décembre 2008 rendant cette disposition applicable à partir du 1 janvier 2009).

Enfin, pour le **calcul des relâchements en activités**, les seuils de décision ont été pris en compte pour les activités volumiques non significatives (comme préconisé par l'ASN) et ceci afin de ne pas comptabiliser doublement (et artificiellement) des activités non significatives.

Tableau 7.1-5 Préparations des échantillons avant analyse

Compartiment : eau			
Déterminations	Normes	Radioéléments	Préparations
Comptage alpha	NF EN ISO 10704	-	Compteur proportionnel
Comptage bêta	NF EN ISO 10704	-	
Spectrométrie gamma	ISO 10703	<sup>40</sup> K, <sup>60</sup> Co, <sup>94</sup> Nb, <sup>108m</sup> Ag, <sup>110m</sup> Ag, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>241</sup> Am, <sup>228</sup> Ac, <sup>234</sup> Th, <sup>210</sup> Pb, <sup>212</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb	Conditionnement dans une géométrie déterminée
Spectrométrie alpha	NF M 60-804-3 NF M 60 805-5	<sup>234</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>238</sup> U, <sup>238</sup> Pu, <sup>239/240</sup> Pu, <sup>244</sup> Cm, <sup>241</sup> Am, <sup>232</sup> Th	Séparation chimique, électrodéposition
Scintillation liquide	NF EN ISO 9698	<sup>3</sup> H	Distillation si nécessaire
	NF M 60 802-3	<sup>14</sup> C	-
	NF M 60 806-3	<sup>90</sup> Sr	Séparation chimique sur résine
	GFPC	<sup>36</sup> Cl	Séparation chimique
	NF M 60 317	<sup>63</sup> Ni	Séparation chimique sur résine et purification
	Méthode interne	<sup>151</sup> Sm	Séparation chimique sur résine
	Méthode interne	<sup>99</sup> Tc	Séparation chimique sur résine
Spectrométrie X	Méthode interne	<sup>241</sup> Pu	Séparation chimique sur résine
		<sup>59</sup> Ni	Séparation chimique sur résine et purification
Compartiment : solide (sédiment)			
Déterminations	Normes	Radioéléments	Préparations
Comptage alpha beta	NF ISO 18589-6	-	Compteur proportionnel
Spectrométrie gamma	ISO 18589-3	<sup>40</sup> K, <sup>60</sup> Co, <sup>94</sup> Nb, <sup>108m</sup> Ag, <sup>110m</sup> Ag, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>241</sup> Am, <sup>228</sup> Ac, <sup>234</sup> Th, <sup>210</sup> Pb, <sup>212</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb	Conditionnement dans une géométrie déterminée
Spectrométrie alpha	NF M 60-790-8 Méthode interne	<sup>234</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>238</sup> U, <sup>238</sup> Pu, <sup>239/240</sup> Pu, <sup>244</sup> Cm, <sup>241</sup> Am, <sup>232</sup> Th	Lixiviation, attaque acide séparation chimique, électrodéposition
Scintillation liquide	NF M 60 812-2 NF M 60 802-1-2-3	<sup>3</sup> H / <sup>14</sup> C	Calcination à oxydiser
	NF M 60 806-3	<sup>90</sup> Sr	Séparation chimique sur résine
	GFPC	<sup>36</sup> Cl	Séparation chimique
	Méthode interne	<sup>63</sup> Ni	Séparation chimique sur résine et purification
	Méthode interne	<sup>151</sup> Sm	Séparation chimique sur résine
	Méthode interne	<sup>99</sup> Tc	Séparation chimique sur résine
	Méthode interne	<sup>241</sup> Pu	Séparation chimique sur résine
Spectrométrie X	Méthode interne	<sup>59</sup> Ni	Séparation chimique sur résine et purification

### 7.1.5 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 AREVA NC Etablissement de la Hague [REF 9]. Les points de prélèvement concernés sont :

- les eaux de drainage du bâtiment EEV-SE, le point EVT-7,
- les eaux souterraines, les piézomètres cités dans les tableaux présentés au chapitre 7.4 et commençant par PZ,
- les sédiments du ruisseau de la Sainte-Hélène, le point SR6,
- les eaux pluviales à l'exutoire de l'établissement AREVA NC Etablissement de la Hague, point GPNE.

## 7.2 Méthodologie pour le suivi physicochimique

### 7.2.1 Points de prélèvement, compartiments et nature d'échantillons

Depuis janvier 2012, afin de se conformer aux prescriptions de la norme NF EN ISO 5667-3 en matière de durée de conservation des échantillons suivant les éléments recherchés, trois types de prélèvement ont été réalisés dans les réseaux du Centre :

- un prélèvement aliquote mensuel : pour les éléments chimiques pouvant être conservés durant cette durée, après ajout d'un conservateur au besoin ;
- un prélèvement aliquote semestriel : pour les éléments chimiques dont les durées de conservation prolongées ont été validées ;
- un prélèvement ponctuel réalisé en période de hautes et basses eaux pour les paramètres ayant une évolution rapide.

Le suivi physico-chimique concerne donc :

**Tableau 7.2-1 Présentation des points et compartiments de prélèvements**

Compartiments	Points de prélèvement	Présentation
<b>Matrice liquide</b>		
Eaux de pluie	PH1	Station météo ; figure 5-37
Eaux pluviales	CMG	Exutoire des eaux pluviales ; figure 1-2
Eaux de drainage couverture	RP300	Exutoire des eaux de drainage couverture ; figure 1-3
Effluents à risque	BDS	Exutoire des effluents à risque ; figure 1-5
	BRS0	Exutoire du RSGE en amont des cuves n°2 et n°4 ; figure 1-5 ; figure 1-6
	Cuve	cuve d'entreposage des effluents du RSGE et RSGEbis ; figure 1-6
	RD12	Exutoire des eaux du drainage profond ; figure 1-4
Eaux souterraines	17 piézomètres Andra, 3 piézomètres AREVA NC, EEV-SE	Voir tableau 5.1-2 et figure 5-1
Eaux de surface	R6 ; R6-10	Ruisseau de la Sainte-Hélène ; figure 5-33
	R3	Ruisseau du Grand Bel ; figure 5-33
	R1-10	Ruisseau des Roteures ; figure 5-33
<b>Matrice minérale</b>		
Sédiments réseau pluvial	SCMG	Fosse de tranquillisation de la CMG ; figure 1-2
Sédiment ruisseau	SR1-10	Ruisseau du Grand Bel ; figure 5-33
	SR3	Ruisseau de la Sainte-Hélène (aval) ; figure 5-33
	SR6	Ruisseau de la Sainte-Hélène (amont) ; figure 5-33

### 7.2.2 Modalités de prélèvement

Le suivi physico-chimique est conduit régulièrement depuis 1995 (1996 pour les eaux souterraines). Il a pour objectif de suivre la qualité des eaux du Centre et de ses environs ainsi que la qualité des sédiments des ruisseaux afin d'estimer l'impact éventuel du Centre sur le milieu.

Depuis 1999, conformément au plan réglementaire de surveillance (PRS) [REF 4], le suivi du réseau des « effluents à risque » (points BDS, BRS0, CUVE) est intégré dans la surveillance physico-chimique du CSM.

En janvier 2003, le suivi physico-chimique a été modifié suite à la parution de l'arrêté du 10 janvier 2003 [REF 2]. Ces modifications ont été intégrées au PRS. Conformément aux dispositions du RSDE, les teneurs en métaux des eaux d'environnement sont mesurées après filtration in situ sur la partie soluble des échantillons.

Pour les eaux de pluie et les rejets du Centre, les recherches physico-chimiques ont été effectuées :

- soit sur des échantillons moyens dits « échantillons moyens semestriels » ou « échantillons moyens mensuels » acidifiés ou basiques constitués progressivement au cours de chaque semestre ou

chaque mois ; ceci concerne les paramètres dont la conservation ne pose pas de problème particulier au regard de la norme ISO 5667-3 ;

- soit sur des échantillons prélevés ponctuellement chaque mois (CMG) ou lors des vidanges de cuves d'entreposage des effluents du RSGE (BRS0bis, BRS0) ou au cours des deux campagnes de prélèvements hautes et basses eaux.

Pour les sédiments, les analyses sont réalisées sur des échantillons prélevés ponctuellement au cours des deux campagnes de prélèvement en période hautes et basses eaux pour les ruisseaux et annuellement pour le réseau pluvial (**21 juin 2016**).

Les prélèvements sur le Centre et dans son environnement ainsi que les analyses sont assurés par le laboratoire de mesure ASPECT service environnement, accrédité COFRAC selon les exigences de la norme ISO/CEI 17025.

Pour les eaux des ruisseaux et les eaux souterraines, l'intégralité des analyses est réalisée sur des échantillons ponctuels prélevés en période de hautes eaux (**18 et 19 janvier 2016**) et de basses eaux (**26 et 27 septembre 2016**).

Le **Tableau 7.2-2** indique de manière synthétique les différentes périodes durant lesquelles sont prélevés les échantillons d'eaux et de sédiments en vue des analyses physico-chimiques :

**Tableau 7.2-2 Synthèse des prélèvements physico-chimiques au CSM**

Compartiment	PdP	Laboratoire	Echantillon	
<b>Matrice liquide</b>				
Eaux de pluie	PH1	Laboratoire ASPECT	ponctuel semestriel hautes et basses eaux moyen semestriel	
Eaux pluviales	CMG		ponctuel semestriel hautes et basses eaux moyen semestriel ponctuel mensuel	
Eaux de drainage couverture	RP300		ponctuel hautes et basses eaux moyen semestriel	
Effluents à risque	BDS		ponctuel hautes et basses eaux moyen semestriel moyen mensuel (Nickel)	
Eaux souterraines	17 piézomètres Andra 4 piézomètres AREVA NC, EEV-SE		ponctuel hautes et basses eaux	
Eaux de surface	R1-10 ; R3 ; R6 ; R6-10		ponctuel hautes et basses eaux	
Effluents à risque	BRS0		ponctuel hautes et basses eaux moyen semestriel	
	Cuve		ponctuel tous les 50 m <sup>3</sup> environ	
	RD12		ponctuel hautes et basses eaux moyen semestriel	
<b>Matrice minérale</b>				
Sédiments réseau pluvial	SCMG		Laboratoire ASPECT	ponctuel annuel le 21/06/2016
Sédiments ruisseau	SR1-10			ponctuel semestriel hautes et basses eaux
	SR3			
	SR6			

### 7.2.3 Laboratoires, préparation des échantillons, analyses

Concernant les mesures physico-chimiques, il convient de rappeler qu'à chaque résultat de mesure significatif est associée une incertitude. Cette incertitude est essentiellement liée aux méthodes d'analyses du laboratoire et ne tient pas compte de l'incertitude sur le prélèvement (Tableau 7.2-3 et Tableau 7.2-4).

Le laboratoire ASPECT est accrédité COFRAC selon les exigences de la norme ISO/CEI 17025 pour les parties mesures et prélèvements sauf pour les analyses de HAP, lesquelles sont confiées au laboratoire accrédité « CHEMISCHES UNTERSUCHUNSLABOR » ; les analyses réalisées suivent les normes précisées dans le Tableau 7.2-4.

**Tableau 7.2-3 Présentation des normes utilisées pour les analyses physico-chimiques dans les eaux**

Paramètres	Mode de conservation selon NF EN ISO 5667-3	Méthode d'analyse	Précision de la mesure en %
Température	-	sonde	5
Conductivité	-	NF EN 27888	2
pH	-	NFT 90-008	0,05
Potentiel redox	-	électrochimie	5
Oxygène dissous	-	NF EN 25814	0,1 mg/L
Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	Verre	NF EN 1899-1 & 2	10
Demande chimique en oxygène (DCO)	PE / 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NFT 90-101	7
Carbone organique COT / COD	PE / 1% HCL	NF EN 1484	19
Taux de matières en suspension	PE	NF EN 872	5
Azote globale (NGL)	PE / 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NF EN 25663	5
Phosphore total (P)	PE / 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NF EN ISO 11885	5
Chlorures (Cl)	PE	méthode interne	5
Calcium (Ca)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	24
Potassium (K)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	34
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	PE	méthode interne	5
Nitrites (NO <sub>2</sub> )	PE	NF EN 26777	5
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	PE	méthode interne	5
Hydrocarbures totaux (HCT)	PE / 1% HCL	NF M 07-203	20
Fer (Fe)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	5
Manganèse (Mn)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	20
Cuivre (Cu)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	13
Bore (B)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	5
Baryum (Ba)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	5
Aluminium	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	5
Nickel (Ni)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	9
Zinc (Zn)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	40
Arsenic (AS)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	10
Cadmium (Cd)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	35
Chrome (Cr)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	51
Uranium (U)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>4</sub>	NF EN ISO 11885	5
Etain (St)	PE lavée à l'acide / 5% HCL	NF EN ISO 11885	31
Cyanures (CN)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	T 90-107	5
Plomb (Pb)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN ISO 11885	59
Mercuré (Hg)	PE lavée à l'acide / 1% HNO <sub>3</sub>	NF EN 1483	30

**Tableau 7.2-4** Présentation des normes utilisées pour les analyses physico-chimiques dans les sédiments

Paramètres	Mode de conservation selon NF EN ISO 5667-3	Méthode d'analyse	Précision de la mesure en %
Granulométrie : fraction < 2 mm	PE	DIN ISO 11277	
Granulométrie : fraction < 50 mm	PE	DIN ISO 11277	
Carbone organique (COT) (COD)	PE	DIN ISO 10694	20
Fer (Fe)	PE	NF EN ISO 17294	15
Manganèse (Mn)	PE	NF EN ISO 17294	15
Cuivre (Cu)	PE	NF EN ISO 17294	15
Bore (B)	PE	NF EN ISO 17294	15
Baryum (Ba)	PE	NF EN ISO 17294	15
Aluminium	PE	NF EN ISO 17294	15
Béryllium (Be)	PE	NF EN ISO 17294	15
Nickel (Ni)	PE	NF EN ISO 17294	15
Zinc (Zn)	PE	NF EN ISO 17294	15
Arsenic (AS)	PE	NF EN ISO 17294	15
Cadmium (Cd)	PE	NF EN ISO 17294	15
Chrome (Cr)	PE	NF EN ISO 17294	15
Etain (Sn)	PE	NF EN ISO 17294	15
Uranium (U)	PE	NF EN ISO 17294	15
Plomb (Pb)	PE	NF EN ISO 17294	15
Mercure (Hg)	PE	DIN EN ISO 1483	10
Hydrocarbures totaux (HCT)	PE	DIN EN 14039	20
Somme des HAP	PE	DIN ISO 18287	-
Benzo (a) pyrène	PE	DIN ISO 18287	10
BENzo (B) fluoranthène	PE	DIN ISO 18287	10
Benzo (ghi) pérylène	PE	DIN ISO 18287	10
Benzo (k) fluoranthène	PE	DIN ISO 18287	10
Fluoranthène	PE	DIN ISO 18287	10
Indéno (1-2-3 cd) pyrène	PE	DIN ISO 18287	10

## 7.2.4 Traitement des résultats

### Les eaux

L'arrêté de rejet du 10 janvier 2003 fixe, pour certains paramètres chimiques, des valeurs limites que doivent respecter les effluents liquides avant rejets. Les résultats de la surveillance présentés ci-après 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 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine (**Tableau 7.4-1**). Cependant, ces **valeurs guides** (VG) ou **valeurs impératives** (VI) 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 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 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.

#### Les sédiments

A titre indicatif, ces valeurs sont comparées aux seuils définis dans les arrêtés du 9 août 2006 et du 8 février 2013 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, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement (**Tableau 7.4-2**).

De même, les résultats d'analyses sont comparés aux critères définis pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec. Ces recommandations pour la qualité des sédiments fournissent des valeurs de référence aux fins de l'évaluation du risque d'occurrence d'effets biologiques néfastes dans les systèmes aquatiques. Deux valeurs de référence ont été établies :

- la concentration seuil produisant un effet (CSE), correspondant à la concentration en dessous de laquelle des effets biologiques néfastes sont rarement observés ;
- la concentration produisant un effet probable (CEP), correspondant à la concentration au-dessus de laquelle des effets biologiques néfastes sont fréquemment observés.
- la Valeur de Définition de Source Sol (VDSS) est une valeur guide française, spécifique d'une substance, devant servir à identifier une source de pollution constituée de sols.

L'ensemble des résultats est également comparé aux données des années précédentes.

### 7.3 Erratum bilans

#### Erratum n°1 : page 38 du bilan 2015

- en mars 2010, pour les réparations du panneau 102 Est (situé en tranche 1)

Les travaux de confortement des talus ne concernent évidemment pas la réparation de l'affaissement observé sur le panneau 102 Est et réparé en octobre 2009. Il s'agit des talus 109, 110, 111 Est conforté durant l'été 2010, lire :

- en septembre 2010, pour les réparations des panneaux 109 Est, 110 Est, 111 Est.

#### Erratum n°2 : page 65 du bilan 2014, tableau 4.2-2

La teneur en hydrocarbures totaux en est erronée, remplacer Max : 0,70 (ppm) par Max : 0,070 (ppm).

#### Erratum n°3 : page 66 du bilan 2015, tableau 4.2-1

La teneur en hydrocarbures totaux en est erronée, remplacer Max : 0,60 (ppm) par Max : 0,060 (ppm).

## 7.4 Tableaux de mesures

Tableau 7.4-1	Valeurs guides précisant les limites de qualité des eaux douces superficielles et des eaux souterraines et des eaux brutes destinées à la consommation	233
Tableau 7.4-2	Valeurs guides pour les sédiments	234
Tableau 7.4-3	Analyses radiologiques des eaux pluviales leur exutoire (CMG)	235
Tableau 7.4-4	Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la CMG	238
Tableau 7.4-5	Analyses physico-chimiques des eaux pluviales (CMG)	239
Tableau 7.4-6	Analyses physico-chimiques des sédiments de la CMG	239
Tableau 7.4-7	Suivi mensuel de la qualité des eaux de la CMG	240
Tableau 7.4-8	Analyses radiologiques des « effluents à risque » à leur exutoire (BDS)	241
Tableau 7.4-9	Suivi des vidanges de cuves des eaux du RSGE de 1998 à 2016	243
Tableau 7.4-10	Analyses radiochimiques des « effluents à risque » (BDS)	244
Tableau 7.4-11	Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » (BDS)	245
Tableau 7.4-12	Analyses du nickel au BDS	246
Tableau 7.4-13	Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activité aux points CMG, BDS, RD12, et RP300 (rejets en continu) ainsi que BRSO et BRSObis (rejets concertés)	247
Tableau 7.4-14	Analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire (RP300)	248
Tableau 7.4-15	Analyses physico-chimiques des eaux de drainage couverture (RP300)	249
Tableau 7.4-16	Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle BRS annuels	250
Tableau 7.4-17	Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points exutoires des branches Est et Ouest	254
Tableau 7.4-18	Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRSO)	256
Tableau 7.4-19	Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRSObis)	258
Tableau 7.4-20	Analyses radiochimiques des effluents au point BRSO	260
Tableau 7.4-21	Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » au point BRSO	261
Tableau 7.4-22	Analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRSObis	262
Tableau 7.4-23	Analyses radiologiques semestrielles des eaux du réseau de drainage profond aux points de contrôle	263
Tableau 7.4-24	Analyses radiologiques des eaux à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)	264
Tableau 7.4-25	Analyses physico-chimiques des eaux de drainage profond en RD12	266
Tableau 7.4-26	Calcul des ordres de grandeurs caractérisant les piézomètres du CSM	267
Tableau 7.4-27	Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre	268
Tableau 7.4-28	Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre	272
Tableau 7.4-29	Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)	277
Tableau 7.4-30	Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres externes au CSM)	283
Tableau 7.4-31	Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres	286
Tableau 7.4-32	Analyses radiologiques des eaux des Roteurs (R1)	290
Tableau 7.4-33	Analyses radiologiques des eaux des Roteurs (R1-10)	291
Tableau 7.4-34	Analyses radiologiques des eaux du Grand-Bel (R3)	292
Tableau 7.4-35	Analyses radiologiques des eaux de la Sainte-Hélène (R6)	293
Tableau 7.4-36	Analyses radiologiques des eaux à la confluence du Grand-Bel et de la Sainte-Hélène (R6-10)	294
Tableau 7.4-37	Analyses radiologiques des eaux à la source de la Sainte-Hélène (GPNE)	295
Tableau 7.4-38	Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10	296
Tableau 7.4-39	Analyses physico-chimiques des eaux des ruisseaux	297
Tableau 7.4-40	Analyses radiochimiques des sédiments aux points SR3, SR6 et SR6-10	299

Tableau 7.4-41	Analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux	300
Tableau 7.4-42	Contrôles radiologiques des eaux de pluie collectées à la station atmosphérique du Centre	301
Tableau 7.4-43	Analyses physico-chimiques des eaux de pluie	302
Tableau 7.4-44	Contrôles radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique	303
Tableau 7.4-45	Contrôles radiologiques du tritium dans l'air sous forme de vapeur d'eau (HTO) et sous gazeuse (HT)	305
Tableau 7.4-46	Contrôles radiologiques des végétaux de la couverture du CSM	306
Tableau 7.4-47	Mesure du rayonnement ambiant à la clôture du CSM	307
Tableau 7.4-48	Contrôle des concentrations atmosphériques en radon	308
Tableau 7.4-49	Régimes mensuels de ventilation des galeries du RSGE depuis 2001	308
Tableau 7.5-1	Piézomètre PO113	309
Tableau 7.5-2	Piézomètre PO136	309
Tableau 7.5-3	Piézomètre PO176	310
Tableau 7.5-4	Piézomètre PO174	310
Tableau 7.5-5	Piézomètre PO143	311
Tableau 7.5-6	Piézomètre PO161	311
Tableau 7.5-7	Piézomètre PO153	312
Tableau 7.5-8	Campagnes de prélèvements de 2016	313

**Tableau 7.4-1 Valeurs guides précisant les limites de qualité des eaux douces  
superficielles et des eaux souterraines et des eaux brutes destinées à la  
consommation**

Eléments	Symbole	Unité	Eaux de consommation (1)						Eaux souterraines (2)		Eaux superficielles (3)
			Groupes						NQ	VS	NQE
			A1		A2		A3				
			G	I	G	I	G	I			
Température	T	°C	22	25	22	25	22	25	-	25	-
PH	-	upH	6,5-8,5	-	5,5-9	-	5,5-9	-	-	9	-
Conductivité	C	µS/cm	1100	-	1100	-	1100	-	-	1100	-
Oxygène dissous	O <sub>2</sub>	%	> 70	-	> 50	-	> 30	-	-	-	-
Demande chimique en O <sub>2</sub>	DCO	mg/L	-	-	-	-	30	-	-	-	-
Demande biochimique en O <sub>2</sub>	DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 3	-	< 5	-	< 7	-	-	-	-
Chlorures	Cl	mg/L	200	-	200	-	200	-	-	250	-
Sulfates	SO <sub>4</sub>	mg/L	150	250	150	250	150	250	-	250	-
Matières en suspension totale	MEST	mg/L	25	-	-	-	-	-	-	25	-
Hydrocarbures totaux	HCT	mg/L	-	0,05	0,2	-	0,5	1	-	1	-
Azote Kejlhdal	NO <sub>3</sub>	mgN/L	1	-	2	-	3	-	-	-	-
Nitrates	NO <sub>3</sub>	mg/L	25	50	-	50	-	50	50	50	50
Nitrites	NO <sub>2</sub>	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3
Ammonium	NH <sub>4</sub>	mg/L	0,05	-	1	1,5	2	4	0,5	0,5	-
Aluminium	Al	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	200	-
Fer	Fe	µg/L	100	300	1000	2000	1000	-	-	200	-
Manganèse	Mn	µg/L	50	-	100	-	100	-	-	50	-
Cuivre	Cu	µg/L	20	50	50	-	1000	-	-	2000	1,4
Zinc	Zn	µg/L	500	3000	1000	5000	1000	5000	-	5000	7,8
Baryum	Ba	µg/L	-	100	-	1000	-	1000	-	700	-
Phosphore	P	mg/L	0,4	-	0,7	-	0,7	-	-	-	-
Cadmium	Cd	µg/L	1	5	1	5	1	5	5	5	0,15
Cyanures	CN	µg/L	-	50	-	50	-	50	-	50	-
Arsenic	As	µg/L	-	10	-	50	50	100	10	10	4,2
Plomb	Pb	µg/L	-	10	-	50	-	50	10	10	7,2
Bore	B	µg/L	1000	-	1000	-	1000	-	-	1000	-
Nickel	Ni	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	20	20
Chrome	Cr	µg/L	-	50	-	50	-	50	-	50	3,4
Uranium	U	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	15	-
Mercur	Hg	µg/L	0,5	1	0,5	1	0,5	1	1	1	0,05
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	HAP	µg/L	-	0,2	-	0,2	-	1	-	1	-
Fluoranthène		µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Benzo(a)pyrène	B(a)P	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,05
Benzo(b)fluoranthène	B(b)F	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	Σ = 0,03
Benzo(k)fluoranthène	B(k)F	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	
Benzo(g,h,i)pyrène	B(g,h,i)P	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	Σ = 0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	I(1,2,3-cd)P	µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	

(1) : Annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

(2) : Arrêté du 17/12/2008 modifié relatif aux critères d'évaluation et modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ainsi qu'à la circulaire du 23 octobre 2012 relative à son application

(3) : 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.

**G** : valeur guide

**I** : valeur limite

**VS** : valeur seuil

**Groupe A1** : Traitement physique simple et à une désinfection

**Groupe A2** : Traitement normal physique, chimique et à une désinfection

**Groupe A3** : Traitements physique et chimique poussés, à des opérations d'affinage et désinfection

	Paramètres	VDSS (mg/kg de matière sèche)	CSE (mg/kg de matière sèche)	CEP (mg/kg de matière sèche)
<b>METAUX</b>	Arsenic	19	5,9	17
	Béryllium	250	-	-
	Baryum	312	-	-
	Cadmium	10	0,6	3,5
	Chrome total	65	37	90
	Cuivre	95	36	200
	Fer	-	-	-
	Manganèse	-	-	-
	Mercuré	3,5	0,17	0,49
	Nickel	70	-	-
	Plomb	200	35	91
	Zinc	4500	120	310
<b>DIVERS</b>	Benzo(k) fluoranthène	450	-	-
	Benzo(a)pyrène	3,5	0,032	0,78
	Fluoranthène	3050	0,11	2,4
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	8	-	-
	Hydrocarbures totaux	2500	-	-

**Tableau 7.4-2** Valeurs guides pour les sédiments

Tableau 7.4-3 Analyses radiologiques des eaux pluviales leur exutoire (CMG)

(1/3)

Pas de temps 3 jours

POINT	DATE	Fréquence	ALPHA	BETA	BETA hors 40 K	TRITIUM	K	pH	Vol. rejeté
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L	-	m <sup>3</sup>
CMG	04/01/16	72	6,70E-02	1,40E-01	0,09 ± 0,05	5,70E+00	1,76E+00	8,0	1205,42
	07/01/16	72	< 1,40E-02	1,11E-01	0,07 ± 0,04	2,50E+00	1,61E+00	8,0	2912,00
	10/01/16	72	1,70E-02	1,49E-01	0,09 ± 0,05	< 2,30E+00	1,96E+00	8,0	796,59
	13/01/16	72	< 1,40E-02	1,22E-01	0,08 ± 0,05	3,00E+00	1,67E+00	8,0	1079,35
	16/01/16	72	3,30E-02	1,12E-01	0,06 ± 0,04	3,30E+00	1,95E+00	8,0	134,11
	19/01/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	21/01/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/01/16	72	< 1,40E-02	7,50E-02	0,04 ± 0,04	3,00E+00	1,28E+00	8,0	94,28
	28/01/16	72	1,70E-02	1,27E-01	0,07 ± 0,05	< 2,20E+00	1,93E+00	8,0	1151,48
	01/02/16	96	2,30E-02	1,64E-01	0,08 ± 0,05	< 2,20E+00	3,10E+00	8,0	611,54
	04/02/16	72	< 1,40E-02	9,50E-02	0,05 ± 0,04	9,10E+00	1,80E+00	8,0	603,98
	07/02/16	72	3,00E-02	1,66E-01	0,11 ± 0,05	7,50E+00	1,98E+00	8,0	51,43
	10/02/16	72	< 1,40E-02	8,90E-02	0,05 ± 0,04	5,30E+00	1,54E+00	8,0	1566,07
	13/02/16	72	1,90E-02	1,07E-01	0,06 ± 0,04	4,50E+00	1,71E+00	8,0	159,13
	16/02/16	72	< 1,40E-02	1,19E-01	0,07 ± 0,05	6,10E+00	1,71E+00	8,0	1007,62
	19/02/16	72	4,30E-02	1,54E-01	0,09 ± 0,05	4,50E+00	2,25E+00	8,0	35,65
	22/02/16	72	< 1,40E-02	1,02E-01	0,06 ± 0,04	2,50E+00	1,44E+00	8,0	14,66
	25/02/16	72	2,00E-02	1,40E-01	0,09 ± 0,05	6,10E+00	1,87E+00	8,0	224,96
	28/02/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	01/03/16	48	4,00E-02	1,26E-01	0,06 ± 0,05	5,40E+00	2,53E+00	8,0	24,91
	04/03/16	72	2,10E-02	9,50E-02	0,04 ± 0,04	7,60E+00	1,88E+00	8,0	34,89
	07/03/16	72	1,70E-02	8,00E-02	0,04 ± 0,0	4,20E+00	1,38E+00	8,0	155,11
	10/03/16	72	< 1,40E-02	1,02E-01	0,06 ± 0,04	< 2,20E+00	1,46E+00	8,0	2728,91
	13/03/16	72	< 1,40E-02	1,23E-01	0,06 ± 0,05	4,80E+00	2,23E+00	8,0	90,23
	16/03/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	19/03/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	22/03/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/03/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	28/03/16	72	< 1,40E-02	8,80E-02	< 0,08	6,60E+00	1,77E+00	8,0	148,12
	01/04/16	96	< 1,40E-02	8,00E-02	< 0,08	4,10E+00	1,62E+00	8,0	253,44
	04/04/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	07/04/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	10/04/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	13/04/16	72	< 1,40E-02	9,20E-02	0,05 ± 0,04	< 2,10E+00	1,67E+00	8,0	22,77
	16/04/16	72	2,50E-02	5,90E-02	< 0,06	< 2,20E+00	1,48E+00	8,0	7,64
	19/04/16	72	< 1,30E-02	7,50E-02	0,05 ± 0,04	< 2,10E+00	9,60E-01	8,0	8,76
	25/04/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	28/04/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	01/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	04/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	07/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	10/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	13/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	16/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	19/05/16	72	< 1,40E-02	1,00E-01	< 0,08	3,50E+00	2,23E+00	8,0	48,93
	22/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/05/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
28/05/16	72	< 1,40E-02	8,70E-02	< 0,05	3,00E+00	2,72E+00	8,0	12,63	
01/06/16	96	2,80E-02	1,28E-01	< 0,08	< 2,30E+00	3,58E+00	8,0	26,17	
04/06/16	72	1,70E-02	1,21E-01	< 0,08	< 2,20E+00	3,16E+00	8,0	17,75	
07/06/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
09/06/16	0	< 1,40E-02	1,02E-01	< 0,06	< 2,20E+00	2,87E+00	8,0	NR	
10/06/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
13/06/16	72	< 1,40E-02	9,70E-02	< 0,06	3,60E+00	2,69E+00	8,0	179,81	
16/06/16	72	2,70E-02	1,32E-01	0,06 ± 0,05	3,20E+00	2,50E+00	7,0	5,38	
19/06/16	72	< 1,40E-02	7,20E-02	0,05 ± 0,04	3,90E+00	2,41E+00	7,0	67,75	
22/06/16	72	< 9,80E-03	9,60E-02	0,04 ± 0,03	< 2,30E+00	2,14E+00	7,0	264,69	
25/06/16	72	3,90E-02	1,78E-01	0,1 ± 0,05	< 2,40E+00	2,68E+00	8,0	1538,91	
28/06/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
01/07/16	72	4,00E-02	1,45E-01	0,07 ± 0,05	5,00E+00	2,57E+00	8,0	60,30	

Tableau 7.4-3 : Analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)

(2/3)

Pas de temps 3 jours

POINT	DATE	Fréquence	ALPHA	BETA	BETA hors 40 K	TRITIUM	K	pH	Vol. rejeté m <sup>3</sup>
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L		
CMG	04/07/16	72	4,50E-02	1,58E-01	0,1 ± 0,05	2,50E+00	2,02E+00	8,0	56,52
	07/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	10/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	13/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	16/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	19/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	22/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	28/07/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	01/08/16	96	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	04/08/16	72	3,10E-02	1,26E-01	0,05 ± 0,05	3,50E+00	2,60E+00	8,0	1129,96
	07/08/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	10/08/16	72	< 1,40E-02	1,35E-01	0,06 ± 0,05	5,50E+00	2,64E+00	8,0	6,06
	13/08/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	16/08/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	19/08/16	72	2,20E-02	1,17E-01	0,04 ± 0,04	9,20E+00	2,65E+00	8,0	26,76
	22/08/16	72	< 1,40E-02	1,38E-01	0,07 ± 0,05	< 2,20E+00	2,47E+00	8,0	12,11
	25/08/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	28/08/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	01/09/16	96	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	04/09/16	72	2,40E-02	1,10E-01	< 0,09	2,60E+00	2,37E+00	8,0	34,31
	07/09/16	72	2,60E-02	8,60E-02	< 0,07	6,70E+00	2,01E+00	7,0	43,40
	10/09/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	13/09/16	72	1,70E-02	8,40E-02	< 0,07	4,70E+00	1,97E+00	7,0	41,14
	16/09/16	72	2,80E-02	1,29E-01	0,07 ± 0,05	< 2,10E+00	2,16E+00	8,0	69,14
	19/09/16	72	< 1,40E-02	9,60E-02	0,06 ± 0,04	5,20E+00	1,49E+00	8,0	107,73
	22/09/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/09/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	28/09/16	72	3,00E-02	1,27E-01	0,07 ± 0,05	2,60E+00	1,91E+00	8,0	13,23
	01/10/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	04/10/16	72	3,10E-02	1,80E-01	0,08 ± 0,05	3,40E+00	3,44E+00	8,0	65,31
	07/10/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	10/10/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	13/10/16	72	2,80E-02	1,56E-01	0,09 ± 0,04	< 2,10E+00	2,31E+00	8,0	29,91
	16/10/16	72	2,10E-02	1,37E-01	0,07 ± 0,05	5,80E+00	2,62E+00	8,0	5,05
	19/10/16	72	< 1,40E-02	6,20E-02	< 0,05	< 2,20E+00	1,83E+00	7,0	106,49
	22/10/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	25/10/16	72	1,80E-02	7,80E-02	< 0,07	< 2,20E+00	1,83E+00	8,0	71,96
	28/10/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
	01/11/16	96	NR	NR		NR	NR	NR	0,00
04/11/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
07/11/16	72	3,00E-02	1,08E-01	0,07 ± 0,04	4,60E+00	1,39E+00	8,0	129,55	
10/11/16	72	< 1,30E-02	< 3,70E-02		3,60E+00	1,29E+00	8,0	151,31	
13/11/16	72	< 1,40E-02	6,80E-02	< 0,07	4,80E+00	1,49E+00	7,0	50,88	
16/11/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
19/11/16	72	3,80E-02	1,19E-01	0,07 ± 0,05	7,10E+00	1,70E+00	8,0	459,55	
22/11/16	72	2,40E-02	9,50E-02	0,05 ± 0,04	2,90E+00	1,79E+00	8,0	1353,91	
25/11/16	72	< 1,40E-02	1,10E-01	0,04 ± 0,04	5,50E+00	2,43E+00	8,0	135,71	
28/11/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
01/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
04/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
07/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
10/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
13/12/16	72	< 1,40E-02	1,09E-01	0,04 ± 0,04	2,70E+00	2,38E+00	8,0	25,47	
16/12/16	72	1,70E-02	1,04E-01	< 0,07	2,90E+00	2,38E+00	8,0	7,30	
19/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
22/12/16	72	< 1,70E-02	1,02E-01	< 0,08	< 2,20E+00	2,51E+00	8,0	65,47	
25/12/16	72	< 1,70E-02	5,10E-02	< 0,08	3,70E+00	1,55E+00	8,0	58,54	
28/12/16	72	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
01/01/17	96	NR	NR		NR	NR	NR	0,00	
									<b>21602,14</b>

**Tableau 7.4-3 : Analyses radiologiques des eaux pluviales à leur exutoire (CMG)**

(3/3)

Pas de temps mensuel

Point	Période	Prélèvement		Analyses							Volumes		Relâchements et flux				
		Date	Durée h	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH UpH	Bêta mes Bq/L	MEST mg/L	Volumes m <sup>3</sup>	Débit moyen m <sup>3</sup> /h	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MEST kg
CMG	janvier	01/02/2016	744	<1,40E-02	1,17E-01	<2,20E+00	1,84E+00	7,9	<1,70E-02	1,4	7984,77	10,73	1,12E-01	9,30E-01	1,76E+01	1,47E+01	1,12E+01
	février	01/03/2016	696	2,90E-02	1,08E-01	5,30E+00	1,96E+00	8,2	<1,70E-02	1,6	3688,41	5,30	1,10E-01	4,00E-01	2,00E+01	7,20E+00	5,90E+00
	mars	01/04/2016	744	<1,40E-02	1,14E-01	4,30E+00	1,53E+00	8,4	<1,70E-02	1,8	3410,7	4,58	4,78E-02	3,90E-01	1,50E+01	5,20E+00	6,10E+00
	avril	01/05/2016	720	<1,40E-02	6,50E-02	4,10E+00	1,66E+00	8,2	<1,70E-02	0,6	39,17	0,05	5,48E-04	2,50E-03	1,60E-01	6,50E-02	2,40E-02
	mai	01/06/2016	744	<1,40E-02	9,10E-02	3,40E+00	2,81E+00	7,8	<1,70E-02	2	87,73	0,12	1,23E-03	8,00E-03	3,00E-01	2,47E-01	1,75E-01
	juin	01/07/2016	720	2,10E-02	1,32E-01	2,50E+00	2,66E+00	7,9	<2,39E-02	4,17	2134,59	2,96	4,50E-02	2,80E-01	5,00E+00	5,70E+00	8,90E+00
	juillet	01/08/2016	744	2,60E-02	1,40E-01	6,50E+00	2,38E+00	8,2	<1,70E-02	1,6	56,52	0,08	1,50E-03	7,90E-03	3,70E-01	1,35E-01	9,00E-02
	août	01/09/2016	744	1,70E-02	1,06E-01	5,40E+00	2,63E+00	7,7	<1,70E-02	0,6	1174,89	1,58	2,00E-02	1,20E-01	6,30E+00	3,09E+00	7,00E-01
	septembre	01/10/2016	720	3,20E-02	1,11E-01	5,10E+00	1,91E+00	7,8	<1,70E-02	0,6	308,95	0,43	1,00E-02	3,40E-02	1,60E+00	5,90E-01	1,90E-01
	octobre	01/11/2016	744	<1,40E-02	9,40E-02	<2,10E+00	2,62E+00	7,7	<1,66E-02	0,8	278,72	0,37	3,90E-03	2,60E-02	5,85E-01	7,30E-01	2,20E-01
	novembre	01/12/2016	720	6,40E-02	1,30E-01	3,60E+00	2,34E+00	8,0	<1,66E-02	2,4	2280,91	3,17	1,50E-01	3,00E-01	8,00E+00	5,30E+00	5,50E+00
	décembre	01/01/2017	744	<1,40E-02	1,31E-01	2,30E+00	3,58E+00	7,9	<1,66E-02	1,6	156,78	0,21	2,20E-03	2,10E-02	3,60E-01	5,60E-01	2,51E-01
									<b>Somme</b>		<b>21602,14</b>		<b>5,04E-01</b>	<b>2,52E+00</b>	<b>7,52E+01</b>	<b>4,35E+01</b>	<b>3,93E+01</b>

Tableau 7.4-4 Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la CMG

Les eaux	CMG 1 <sup>er</sup> semestre	Activité (MBq)	CMG 2 <sup>nd</sup> semestre	Activité (MBq)	Cumul annuel (MBq)
Activité volumique en Bq/L	Echantillon acidifié	V1 17 345,37 m <sup>3</sup>	Echantillon acidifié	V2 4 256,77 m <sup>3</sup>	V 21 602,14 m <sup>3</sup>
	Valeur		Valeur		
<b>Spectrométrie gamma</b>					
<sup>40</sup> K	<5,00E-02	8,67E-01	<8,15E-02	3,47E-01	1,21E+00
<sup>60</sup> Co	<3,00E-03	5,20E-02	<4,72E-03	2,01E-02	7,21E-02
<sup>94</sup> Nb	<3,00E-03	5,20E-02	<3,61E-03	1,54E-02	6,74E-02
<sup>108m</sup> Ag	<3,00E-03	5,20E-02	<4,16E-03	1,77E-02	6,97E-02
<sup>110m</sup> Ag	<3,00E-03	5,20E-02	<5,49E-03	2,34E-02	7,54E-02
<sup>134</sup> Cs	<2,00E-03	3,47E-02	<3,75E-03	1,60E-02	5,07E-02
<sup>137</sup> Cs	<3,00E-03	5,20E-02	6,70E-03 +/- 4,50E-03	2,80E-02	8,00E-02
<sup>210</sup> Pb	1,00E-01 +/- 7,00E-02	1,70E+00	<6,94E-02	2,96E-01	2,00E+00
<sup>214</sup> Pb	<5,00E-03	8,67E-02	<6,34E-03	2,70E-02	1,14E-01
<sup>214</sup> Pb	<7,00E-02	1,21E+00	<7,00E-02	2,98E-01	1,51E+00
<sup>226</sup> Ra	<7,00E-02	1,21E+00	<6,98E-02	2,97E-01	1,51E+00
<sup>228</sup> Ra	4,40E-02 +/- 1,90E-02	7,60E-01	3,20E-02 +/- 3,00E-02	1,40E-01	9,00E-01
<sup>234</sup> Th	<5,00E-02	8,67E-01	<5,00E-02	2,13E-01	1,08E+00
<sup>235</sup> U	<4,00E-03	6,94E-02	<4,60E-03	1,96E-02	8,90E-02
<sup>241</sup> Am	<4,00E-03	6,94E-02	<5,83E-03	2,48E-02	9,42E-02
<b>Spectrométrie alpha</b>					
<sup>226</sup> Ra @	<6,00E-03	1,04E-01	<6,52E-03	2,78E-02	1,32E-01
<sup>234</sup> U	7,70E-03 +/- 2,80E-03	1,30E-01	2,90E-03 +/- 1,00E-03	1,22E-02	1,42E-01
<sup>235</sup> U	2,50E-04 +/- 2,00E-04	4,30E-03	1,00E-04 +/- 7,00E-05	4,30E-04	4,73E-03
<sup>238</sup> U	5,70E-03 +/- 2,10E-03	9,90E-02	2,60E-03 +/- 9,00E-04	1,11E-02	1,10E-01
<sup>238</sup> Pu	<1,00E-03	1,74E-02	<6,85E-04	2,92E-03	2,03E-02
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<4,00E-04	6,94E-03	<4,00E-04	1,70E-03	8,64E-03
<sup>241</sup> Am	<2,00E-04	3,47E-03	<2,00E-04	8,51E-04	4,32E-03
<sup>244</sup> Cm	<2,00E-04	3,47E-03	<2,00E-04	8,51E-04	4,32E-03
<b>Scintillation liquide</b>					
<sup>3</sup> H	8,10E+00 +/- 3,80E+00	1,40E+02	5,90E+00 +/- 3,70E+00	2,50E+01	1,65E+02
<sup>14</sup> C (1)	<2,00E+00	3,47E+01	<3,00E+00	1,28E+01	4,75E+01
<sup>36</sup> Cl	<1,00E-01	1,74E+00	<1,23E-01	5,24E-01	2,26E+00
<sup>63</sup> Ni	<4,00E-02	6,94E-01	<4,10E-02	1,75E-01	8,69E-01
<sup>90</sup> Sr	<4,00E-02	6,94E-01	<4,10E-02	1,75E-01	8,69E-01
<sup>90</sup> Tc	<2,00E-01	3,47E+00	<1,52E-01	6,47E-01	4,12E+00
<sup>151</sup> Sm	<1,00E-01	1,74E+00	<1,51E-01	6,43E-01	2,38E+00
<sup>241</sup> Pu	<2,00E-02	3,47E-01	<9,36E-03	3,98E-02	3,87E-01
<b>Spectrométrie X</b>					
<sup>59</sup> Ni	<3,00E-01	5,20E+00	<2,67E-01	1,14E+00	6,34E+00
<b>ICP -MS</b>					
<sup>232</sup> Th	<5,00E-03	8,67E-02	<6,00E-03	2,55E-02	1,12E-01

@ Piégeage sur MnO<sub>2</sub>(1) <sup>14</sup>C est déterminé à partir d'un échantillon moyen mensuel basique

(2) Les relâchements mensuels et annuels en tritium ont été calculés à partir de l'échantillonnage sur 3 jours

Les sédiments	SCMG 21 juin 2016		
	Activité en Bq/kg sec	valeur	
<b>Spectrométrie gamma</b>		<b>Spectrométrie alpha</b>	
<sup>40</sup> K	4,84E+02 +/- 4,70E+01	<sup>234</sup> U	2,10E+01
<sup>60</sup> Co	<5,00E-01	<sup>235</sup> U	1,30E+00
<sup>94</sup> Nb	<6,00E-01	<sup>238</sup> U	1,90E+01 +/- 7,00E+00
<sup>108m</sup> Ag	<5,00E-01	<sup>239</sup> Pu	<9,00E-01
<sup>110m</sup> Ag	<6,00E-01	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<3,00E-01
<sup>134</sup> Cs	<5,00E-01	<sup>241</sup> Am	<9,00E-02
<sup>137</sup> Cs	5,90E+00 +/- 1,10E+00	<sup>244</sup> Cm	<1,00E-01
<sup>210</sup> Pb	1,34E+03 +/- 2,70E+02	<b>Scintillation liquide</b>	
<sup>212</sup> Pb	4,90E+01 +/- 8,00E+00	<sup>14</sup> C	<4,80E+01
<sup>214</sup> Pb	6,00E+01 +/- 1,20E+01	<sup>36</sup> Cl	<6,00E+00
<sup>226</sup> Ra	4,30E+01 +/- 1,00E+01	<sup>63</sup> Ni	<7,00E+00
<sup>228</sup> Ra	5,30E+01 +/- 7,00E+00	<sup>90</sup> Sr	<4,00E+00
<sup>234</sup> Th	3,20E+01 +/- 1,10E+01	<sup>99</sup> Tc	<6,00E+00
<sup>235</sup> U	<7,00E+00	<sup>151</sup> Sm	<8,00E+00
<sup>241</sup> Am	<1,00E+00	<sup>241</sup> Pu	<9,00E+00
<b>ICP -MS</b>		<b>Spectrométrie X</b>	
<sup>232</sup> Th	3,10E+01 +/- 7,00E+00	<sup>59</sup> Ni	<3,20E+02

**Tableau 7.4-5 Analyses physico-chimiques des eaux pluviales (CMG)**

Prélèvements réalisés lors des campagnes hautes et basses eaux

	Paramètres	Unités	18/01/2016	Flux en kg	26/09/2016	Flux en kg
	Date de prélèvement					
Structure naturelle des eaux	pH	UpH	7,90 +/- 0,05	-	7,50 +/- 0,05	-
	Conductivité	µS/cm	375 +/- 8	-	146 +/- 2,9	-
	Oxygène dissous	mgO2/L	8,7 +/- 0,1	-	9,10 +/- 0,1	-
	Température	°C	8,0 +/- 0,5	-	17 +/- 0,5	-
	Redox	mV/ENH	547 +/- 27	-	482 +/- 24	-
	COT	mg/L	5,20 +/- 0,47	-	3,50 +/- 0,32	-
	Substances indésirables	MEST	mg/L	<2	-	39 +/- 2
Nitrates		mg/L	3 +/- 0,15	-	5,8 +/- 0,29	-
Nitrites		µg/L	14 +/- 0,7	-	88 +/- 4,4	-
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur un mois</b>			<b>mars</b>	<b>V1 = 17345,37 m<sup>3</sup></b>	<b>novembre</b>	<b>V2 = 4256,77 m<sup>3</sup></b>
Paramètres physico-chimiques	Calcium	mg/L	41 +/- 2,1	710	31 +/- 1,6	132
	Chlorures	mg/L	35 +/- 1,8	610	33 +/- 1,7	140
	Potassium	mg/L	1,8 +/- 0,09	31,2	1,70 +/- 0,09	7,2
Substances indésirables	Azote NTK	mg/L	0,5 +/- 0,03	8,7	<0,5	1,06
	Sulfates	mg/L	15 +/- 0,8	260	15 +/- 0,8	64
	Phosphates	mg/L	<0,01	0,09	0,03 +/- 0,002	0,14
	Aluminium	µg/L	150 +/- 8	2,6	190 +/- 10	0,81
	Baryum	µg/L	17 +/- 0,9	0,3	20 +/- 1	0,09
	Manganèse	µg/L	11 +/- 0,6	0,19	7 +/- 0,35	0,03
	Fer	µg/L	71 +/- 3,6	1,23	100 +/- 5	0,43
	Hydrocarbures	µg/L	<10	0,09	<10	0,02
Substances toxiques	Arsenic	µg/L	<1	0,01	<1	0,002
	Mercure	µg/L	<0,5	0,004	<0,5	0,001
	Etain	µg/L	<5	0,04	<5	0,01
	Uranium	µg/L	<4	0,03	<4	0,01
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur six mois</b>			<b>Semestre 1</b>		<b>Semestre 2</b>	
Paramètres physico-chimiques	DCO	mg/L	15 +/- 1,2	-	16 +/- 1,3	-
Substances indésirables	Cuivre	µg/L	6 +/- 0,8	0,10	7 +/- 0,9	0,03
	Bore	µg/L	12 +/- 0,6	0,21	11 +/- 0,6	0,05
Substances toxiques	Nickel	µg/L	<5	0,04	<5	0,01
	Zinc	µg/L	46 +/- 2,3	0,8	51 +/- 2,6	0,22
	Cadmium	µg/L	<1	0,01	<1	0,002
	Chrome	µg/L	<1	0,01	<1	0,002
	Plomb	µg/L	<1	0,01	<1	0,002

**Tableau 7.4-6 Analyses physico-chimiques des sédiments de la CMG**

Echantillon annuel prélevé le 21 juin 2016

Sédiment de la CMG

Paramètres	Unités	Concentration
<b>Paramètres physico-chimiques classiques</b>		
Granulométrie < 2 mm	% MS	97 +/- 19
Granulométrie < 50 µm	% MS	95 +/- 19
<b>Substances indésirables</b>		
Cyanures	mg/kg MS	0,80 +/- 0,16
Somme des HAP	µg/kg MS	1,48 +/- 0,30
<b>Substances toxiques</b>		
Bore	mg/kg MS	11 +/- 2,2
Cadmium	mg/kg MS	2,9 +/- 0,6
Chrome	mg/kg MS	14 +/- 2,8
Mercure	mg/kg MS	0,09 +/- 0,02
Nickel	mg/kg MS	44 +/- 9
Plomb	mg/kg MS	51 +/- 10
Uranium	mg/kg MS	1,20 +/- 0,24

Tableau 7.4-7 Suivi mensuel de la qualité des eaux de la CMG

	CMG			volume (m <sup>3</sup> )	Flux mensuel CMG		
	DCO mg O <sub>2</sub> /L	Mest mg/L	Hydrocarbures µg/L		DCO kg O <sub>2</sub>	Mest kg	Hydrocarbures kg
janvier	13	<4	<50	7 985	104,0	16,0	0,200
février	13	<2	<50	3 688	48,0	3,7	0,092
mars	12	<4	<50	3 411	41,0	6,8	0,085
avril	23	10	<50	39	0,9	0,4	0,001
mai	17	7	<50	88	1,5	0,6	0,002
juin	6	<4	<50	2 135	12,8	4,3	0,053
juillet	8	<8	<50	57	0,5	0,2	0,001
août	10	3	<50	1 175	11,7	3,5	0,029
septembre	10	<8	90	309	3,1	1,2	0,028
octobre	<5	<3	<50	279	0,7	0,4	0,007
novembre	8	<4	180	2 281	18,2	4,6	0,410
décembre	10	6	<50	157	1,6	0,9	0,004
<b>totaux</b>				<b>21 602,14</b>	<b>244</b>	<b>43</b>	<b>0,91</b>

**Tableau 7.4-8 Analyses radiologiques des « effluents à risque » à leur exutoire (BDS)**  
(1/2)

Pas de temps hebdomadaire

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Vol, rejeté m <sup>3</sup>
BDS	11/01/16	Hebdomadaire	3,90E-02	3,20E-01	1,19E+01	2,14E+00	8,1	3 424,41
	18/01/16	Hebdomadaire	4,40E-02	2,90E-01	1,36E+01	2,23E+00	8,1	2 102,35
	25/01/16	Hebdomadaire	3,30E-02	1,90E-01	8,20E+00	2,26E+00	8,3	817,33
	01/02/16	Hebdomadaire	3,90E-02	2,50E-01	1,62E+01	1,93E+00	8,1	1 972,90
	08/02/16	Hebdomadaire	3,10E-02	2,30E-01	2,04E+01	1,98E+00	8,2	2 048,26
	15/02/16	Hebdomadaire	3,30E-02	1,90E-01	2,46E+01	1,98E+00	8,1	3 031,81
	22/02/16	Hebdomadaire	3,00E-02	2,70E-01	2,76E+01	2,25E+00	8,1	1 502,25
	29/02/16	Hebdomadaire	2,90E-02	2,10E-01	3,40E+01	2,15E+00	8,2	1 509,53
	07/03/16	Hebdomadaire	4,50E-02	2,60E-01	2,01E+01	2,06E+00	8,1	833,97
	14/03/16	Hebdomadaire	2,00E-02	1,58E-01	2,20E+01	1,97E+00	8,1	1 727,81
	21/03/16	Hebdomadaire	4,40E-02	4,30E-01	1,49E+01	2,43E+00	8,1	569,85
	28/03/16	Hebdomadaire	3,70E-02	2,20E-01	1,36E+01	2,73E+00	8,2	327,56
	04/04/16	Hebdomadaire	< 1,50E-02	2,40E-01	2,79E+01	1,98E+00	8,1	867,36
	11/04/16	Hebdomadaire	5,40E-02	2,20E-01	8,20E+00	2,60E+00	8,1	317,09
	18/04/16	Hebdomadaire	4,10E-02	4,00E-01	1,75E+01	2,79E+00	8,2	259,47
	25/04/16	Hebdomadaire	4,90E-02	2,80E-01	8,00E+00	3,31E+00	8,1	186,60
	02/05/16	Hebdomadaire	4,90E-02	2,80E-01	1,17E+01	3,77E+00	8,1	136,78
	09/05/16	Hebdomadaire	2,80E-02	6,30E-01	1,98E+01	3,43E+00	8,2	122,71
	16/05/16	Hebdomadaire	3,20E-02	3,30E-01	1,34E+01	4,17E+00	8,0	99,95
	23/05/16	Hebdomadaire	2,80E-02	2,70E-01	1,60E+01	4,17E+00	8,0	94,85
	30/05/16	Hebdomadaire	3,70E-02	2,40E-01	1,83E+01	4,37E+00	7,9	90,25
	06/06/16	Hebdomadaire	5,00E-02	2,90E-01	1,75E+01	4,41E+00	8,0	93,24
	13/06/16	Hebdomadaire	5,40E-02	3,50E-01	2,24E+01	4,81E+00	8,1	86,67
	20/06/16	Hebdomadaire	3,60E-02	8,40E-01	3,10E+01	4,60E+00	8,2	107,37
	27/06/16	Hebdomadaire	3,40E-02	3,80E-01	1,04E+01	3,42E+00	8,0	619,57
	04/07/16	Hebdomadaire	<b>5,40E-02</b>	<b>1,01E+00</b>	<b>1,91E+03</b>	<b>1,49E+01</b>	<b>8,2</b>	<b>444,95</b>
	11/07/16	Hebdomadaire	4,90E-02	3,00E-01	3,30E+01	2,60E+00	8,1	360,25
	18/07/16	Hebdomadaire	2,70E-02	2,80E-01	8,00E+00	3,35E+00	8,1	153,88
	25/07/16	Hebdomadaire	2,40E-02	2,50E-01	1,63E+01	3,79E+00	8,2	129,41
	01/08/16	Hebdomadaire	3,60E-02	2,50E-01	2,26E+01	4,19E+00	8,1	105,14
	08/08/16	Hebdomadaire	4,20E-02	3,40E-01	1,22E+01	3,92E+00	8,0	541,41
	15/08/16	Hebdomadaire	4,00E-02	1,02E+00	3,60E+01	3,11E+00	8,2	178,34
	22/08/16	Hebdomadaire	8,50E-02	3,60E-01	1,56E+01	3,60E+00	8,0	132,58
	29/08/16	Hebdomadaire	6,10E-02	4,90E-01	2,67E+01	4,14E+00	8,1	101,49
	05/09/16	Hebdomadaire	6,00E-02	3,20E-01	2,17E+01	4,28E+00	7,9	96,86
	12/09/16	Hebdomadaire	5,90E-02	3,80E-01	2,42E+01	4,51E+00	7,9	90,93
	19/09/16	Hebdomadaire	6,10E-02	4,20E-01	2,97E+01	5,11E+00	8,1	91,94
	26/09/16	Hebdomadaire	7,30E-02	1,21E+00	3,40E+01	5,20E+00	7,9	94,28
	03/10/16	Hebdomadaire	7,10E-02	4,60E-01	3,10E+01	4,54E+00	8,0	66,96
	10/10/16	Hebdomadaire	5,70E-02	3,50E-01	2,92E+01	3,54E+00	7,8	57,21
	17/10/16	Hebdomadaire	5,10E-02	3,60E-01	2,97E+01	4,45E+00	7,8	54,48
	24/10/16	Hebdomadaire	5,40E-02	3,10E-01	2,47E+01	4,54E+00	7,7	51,78
31/10/16	Hebdomadaire	3,60E-02	5,00E-01	3,10E+01	5,11E+00	7,9	48,12	
07/11/16	Hebdomadaire	2,10E-02	3,10E-01	2,62E+01	4,48E+00	7,1	56,57	
14/11/16	Hebdomadaire	3,00E-02	2,60E-01	1,55E+01	3,38E+00	7,8	118,70	
21/11/16	Hebdomadaire	5,20E-02	2,79E-01	1,29E+01	2,17E+00	8,0	989,00	
28/11/16	Hebdomadaire	3,00E-02	3,30E-01	1,32E+01	2,14E+00	8,0	1 670,01	
05/12/16	Hebdomadaire	6,90E-02	2,40E-01	1,18E+01	1,73E+00	7,9	347,76	
12/12/16	Hebdomadaire	6,80E-02	4,30E-01	1,01E+01	2,04E+00	8,1	190,16	
19/12/16	Hebdomadaire	4,50E-02	6,40E-01	1,41E+01	2,57E+00	8,0	189,02	
26/12/16	Hebdomadaire	<b>3,90E-02</b>	<b>9,00E-01</b>	<b>1,04E+03</b>	<b>9,54E+00</b>	<b>8,0</b>	<b>499,34</b>	
02/01/17	Hebdomadaire	4,40E-02	2,70E-01	2,03E+01	2,41E+00	8,0	481,66	
								<b>30292,17</b>

Tableau 7.4-8 : Analyses radiologiques des « effluents à risque » à leur exutoire (BDS)

(2/2)

## Pas de temps mensuel

Point	Période	Prélèvement		Analyses							Volumes		Relâchements et flux				
		Date	Durée h	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH UpH	Bêta mes Bq/L	MEST mg/L	Volumes m <sup>3</sup>	Débit moyen m <sup>3</sup> /h	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MEST kg
BDS	janvier	01/02/2016	672	1,80E-02	2,70E-01	1,41E+01	2,01E+00	8,2	<1,70E-02	2,00E+00	8316,99	12,38	1,50E-01	2,20E+00	1,17E+02	1,67E+01	1,66E+01
	février	29/02/2016	672	2,00E-02	2,20E-01	2,98E+01	2,25E+00	8,3	<1,70E-02	1,60E+00	8091,85	12,04	1,60E-01	1,78E+00	2,41E+02	1,82E+01	1,29E+01
	mars	04/04/2016	840	<1,50E-02	2,20E-01	2,21E+01	2,17E+00	8,8	<1,70E-02	1,60E+00	4326,55	5,15	6,49E-02	9,50E-01	9,60E+01	9,40E+00	6,90E+00
	avril	02/05/2016	672	4,20E-02	2,50E-01	1,17E+01	3,18E+00	8,3	<1,70E-02	8,00E-01	899,94	1,34	3,80E-02	2,20E-01	1,05E+01	2,86E+00	7,20E-01
	mai	30/05/2016	672	4,80E-02	3,70E-01	1,47E+01	4,17E+00	8,1	<1,70E-02	6,00E-01	407,76	0,61	2,00E-02	1,51E-01	6,00E+00	1,70E+00	2,40E-01
	juin	04/07/2016	840	4,50E-02	5,80E-01	7,50E+02	7,70E+00	8,2	<1,72E-02	1,60E+00	1351,8	1,61	6,10E-02	7,80E-01	1,01E+03	1,04E+01	2,16E+00
	juillet	01/08/2016	672	4,50E-02	2,70E-01	3,80E+01	3,50E+00	8,3	<1,70E-02	1,80E+00	748,68	1,11	3,40E-02	2,02E-01	2,80E+01	2,62E+00	1,35E+00
	août	29/08/2016	672	4,50E-02	4,80E-01	2,04E+01	3,75E+00	8,4	<1,70E-02	1,40E+00	953,82	1,42	4,30E-02	4,60E-01	1,95E+01	3,58E+00	1,34E+00
	septembre	03/10/2016	840	5,60E-02	6,20E-01	2,68E+01	4,95E+00	8,1	<1,70E-02	1,20E+00	440,97	0,52	2,50E-02	2,73E-01	1,18E+01	2,18E+00	5,30E-01
	octobre	31/10/2016	672	4,00E-02	3,50E-01	2,95E+01	5,11E+00	8,0	<1,66E-02	6,00E-01	211,59	0,31	8,00E-03	7,40E-02	6,20E+00	1,08E+00	1,27E-01
	novembre	28/11/2016	672	2,10E-02	2,70E-01	1,24E+01	2,53E+00	8,2	<1,66E-02	1,80E+00	2834,28	4,22	6,00E-02	7,70E-01	3,50E+01	7,20E+00	5,10E+00
	décembre	02/01/2017	840	5,70E-02	5,10E-01	3,30E+02	4,97E+00	8,3	<1,66E-02	1,60E+00	1707,94	2,03	1,00E-01	8,70E-01	5,60E+02	8,50E+00	2,73E+00
<b>Somme</b>											<b>30292,17</b>		<b>7,64E-01</b>	<b>8,73E+00</b>	<b>2,14E+03</b>	<b>8,44E+01</b>	<b>5,07E+01</b>

**Tableau 7.4-9 Suivi des vidanges de cuves des eaux du RSGE de 1998 à 2016**

Volume annuel vidangé en m <sup>3</sup> BRS0 + BRS0bis		Date de vidange	Volume évacué m <sup>3</sup>	Réseaux
1998	249,97	07/01/2016	20,20	RSGE bis
1999	286,63	14/01/2016	19,65	RSGE bis
2000	366,47	27/01/2016	20,55	RSGE bis
2001	394,95	03/02/2016	19,20	RSGE bis
2002	320,32	11/02/2016	20,35	RSGE bis
2003	293,82	19/02/2016	18,85	RSGE bis
2004	296,60	03/03/2016	20,85	RSGE bis
2005	291,48	15/03/2016	23,70	RSGE bis
2006	250,66	30/03/2016	17,60	RSGE bis
2007	312,26	14/04/2016	15,40	RSGE bis
2008	322,9	04/05/2016	12,55	RSGE bis
2009	288,73	16/06/2016	15,90	RSGE bis
2010	351,80	<b>29/06/2016</b>	<b>6,30</b>	<b>RSGE</b>
2011	297,27	06/07/2016	18,70	RSGE bis
2012	547,19	11/08/2016	23,00	RSGE bis
2013	447,40	23/09/2016	16,90	RSGE bis
2014	530,30	23/11/2016	25,40	RSGE
2015	403,00	19/12/2016	17,35	RSGE bis
		<b>21/12/2016</b>	<b>3,80</b>	<b>RSGE</b>
		<b>Totaux</b>	<b>336,25</b>	

Tableau 7.4-10 Analyses radiochimiques des « effluents à risque » (BDS)

	BDS 1 <sup>er</sup> semestre	Activité (MBq)	BDS 2 <sup>nd</sup> semestre	Activité (MBq)	Cumul annuel (MBq)
Activité volumique en Bq/L	Echantillon acidifié	V1 23 394,89 m <sup>3</sup>	Echantillon acidifié	V2 6 897,28 m <sup>3</sup>	V 30 292,17 m <sup>3</sup>
	Valeur		Valeur		
<b>Compteur proportionnel</b>					
Alpha global	2,40E-01 +/- 7,00E-02	5,60E+00	2,60E-02 +/- 2,40E-02	1,80E-01	5,78E+00
Alpha sur mes	<3,00E-02	7,02E-01	<5,00E-03	3,00E-02	7,32E-01
Bêta global	3,30E-01 +/- 5,00E-02	7,80E+00	2,00E-01 +/- 3,90E-02	1,38E+00	9,18E+00
Beta sur mes	2,30E-02 +/- 1,50E-02	5,40E-01	<8,00E-03	5,52E-02	5,95E-01
<b>Spectrométrie gamma</b>					
<sup>40</sup> K	<9,00E-02	2,11E+00	<9,45E-02	6,52E-01	2,76E+00
<sup>60</sup> Co	5,00E-03 +/- 2,50E-03	1,20E-01	<4,55E-03	3,14E-02	1,51E-01
<sup>94</sup> Nb	<4,00E-03	9,36E-02	<3,76E-03	2,59E-02	1,20E-01
<sup>108m</sup> Ag	<4,00E-03	9,36E-02	<3,74E-03	2,58E-02	1,19E-01
<sup>110m</sup> Ag	<4,00E-03	9,36E-02	<5,49E-03	3,79E-02	1,32E-01
<sup>129</sup> I	<5,00E-03	1,17E-01	<2,00E-02	1,37E-01	2,54E-01
<sup>134</sup> Cs	<3,00E-02	7,02E-01	<3,77E-03	2,60E-02	7,28E-01
<sup>137</sup> Cs	8,20E-03 +/- 2,90E-03	1,90E-01	1,18E-02 +/- 4,70E-03	8,10E-02	2,71E-01
<sup>210</sup> Pb	<6,00E-02	1,40E+00	1,90E-01 +/- 1,10E-01	1,30E+00	2,70E+00
<sup>212</sup> Pb	<7,00E-03	1,64E-01	<6,34E-03	4,37E-02	2,08E-01
<sup>214</sup> Pb	<4,00E-01	9,36E+00	<1,00E-01	6,90E-01	1,01E+01
<sup>226</sup> Ra	<4,00E-01	9,36E+00	<1,00E-01	6,90E-01	1,01E+01
<sup>228</sup> Ra	4,70E-02	1,10E+00	<1,84E-02	1,27E-01	1,23E+00
<sup>234</sup> Th	<5,00E-02	1,17E+00	<5,68E-02	3,91E-01	1,56E+00
<sup>235</sup> U	<5,00E-02	1,17E+00	<3,28E-02	2,26E-01	1,40E+00
<sup>241</sup> Am	<5,00E-03	1,17E-01	<7,40E-03	5,10E-02	1,68E-01
<b>Spectrométrie alpha</b>					
<sup>226</sup> Ra @	<7,00E-03	1,64E-01	<7,30E-03	5,03E-02	2,14E-01
<sup>234</sup> U	3,00E-02 +/- 1,00E-02	7,10E-01	1,90E-02 +/- 6,00E-03	1,30E-01	8,40E-01
<sup>235</sup> U	1,30E-03 +/- 6,00E-04	3,00E-02	8,50E-04 +/- 3,00E-04	5,90E-03	3,59E-02
<sup>238</sup> U	2,80E-02 +/- 1,00E-02	6,60E-01	1,70E-02 +/- 6,00E-03	1,19E-01	7,79E-01
<sup>238</sup> Pu	<8,00E-04	1,87E-02	<8,88E-04	6,12E-03	2,48E-02
<sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu	<4,00E-04	9,36E-03	<5,00E-04	3,45E-03	1,28E-02
<sup>241</sup> Am	<2,00E-04	4,68E-03	<2,00E-04	1,38E-03	6,06E-03
<sup>244</sup> Cm	<2,00E-04	4,68E-03	<2,00E-04	1,38E-03	6,06E-03
<b>Scintillation liquide</b>					
<sup>3</sup> H	5,90E+01 +/- 7,00E+00	1,39E+03	1,07E+02 +/- 1,10E+01	7,40E+02	2,13E+03
<sup>14</sup> C (1)	<2,00E+00	4,68E+01	<3,00E+00	2,07E+01	6,75E+01
<sup>36</sup> Cl	<1,00E-01	2,34E+00	<1,32E-01	9,10E-01	3,25E+00
<sup>63</sup> Ni	<4,00E-02	9,36E-01	<4,30E-02	2,97E-01	1,23E+00
<sup>90</sup> Sr	<5,00E-02	1,17E+00	<4,20E-02	2,90E-01	1,46E+00
<sup>99</sup> Tc	<1,00E-01	2,34E+00	<1,46E-01	1,01E+00	3,35E+00
<sup>151</sup> Sm	<2,00E-01	4,68E+00	<1,46E-01	1,01E+00	5,69E+00
<sup>241</sup> Pu	<1,00E-02	2,34E-01	<1,04E-02	7,17E-02	3,06E-01
<b>Spectrométrie X</b>					
<sup>59</sup> Ni	<4,00E-01	9,36E+00	<3,25E-01	2,24E+00	1,16E+01
<b>ICP-MS</b>					
<sup>232</sup> Th	<4,00E-03	9,36E-02	<4,20E-03	2,90E-02	1,23E-01

@ Piégeage sur MnO<sub>2</sub>(1) <sup>14</sup>C est déterminé à partir d'un échantillon moyen mensuel basique

(2) Les relâchements mensuels et annuels en tritium ont été calculés à partir de l'échantillonnage hebdomadaire

**Tableau 7.4-11 Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » (BDS)**

Prélèvements réalisés lors des campagnes hautes et basses eaux						
	Paramètres	Unités	18/01/2016	Flux en kg	27/09/2016	Flux en kg
	Date de prélèvement					
Structure naturelle des eaux	pH	UpH	8,1 +/- 0,05	-	8,2 +/- 0,05	-
	Conductivité	µS/cm	562 +/- 11	-	904 +/- 18	-
	Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	8,9 +/- 0,1	-	10,8 +/- 0,1	-
	Température	°C	10 +/- 0,5	-	13 +/- 0,5	-
	Redox	mV/ENH	526 +/- 26	-	508 +/- 25	-
	COT	mg/L	4,20 +/- 0,38	-	4,7 +/- 0,42	-
	Substances indésirables	MEST	mg/L	5 +/- 0,25	-	4 +/- 0,2
Nitrates		mg/L	2,8 +/- 0,14	-	12 +/- 0,6	-
Nitrites		µg/L	2 +/- 0,1	-	9 +/- 0,45	-
HAP Benzo(a)pyrène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
HAP Benzo(b)fluoranthène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
HAP Benzo(ghi)pérylène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
HAP Benzo(k)fluoranthène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
HAP Fluoranthène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène		µg/L	<0,01	-	<0,01	-
Somme des HAP		µg/L	0	-	0	-
Cyanures totaux	µg/L	<5	-	<5	-	
Prélèvements semestriels échantillonnés sur un mois			mars	V1 = 23394,89 m <sup>3</sup>	Novembre	V2 = 6897,28 m <sup>3</sup>
Paramètres physico-chimiques	Azote NTK	mg/L	<0,5	5,8	<0,5	1,7
	Chlorures	mg/L	32 +/- 1,6	750	38 +/- 1,9	262
	Calcium	mg/L	76 +/- 3,8	1780	71 +/- 3,6	490
	Potassium	mg/L	2,5 +/- 0,13	58	2,2 +/- 0,11	15
	Phosphore	mg/L	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Substances indésirables	Sulfates	mg/L	110 +/- 6	2570	91 +/- 4,6	630
	Fer	µg/L	83 +/- 4,2	1,94	22 +/- 1,1	0,15
	Manganèse	µg/L	120 +/- 6	2,8	49 +/- 2,5	0,34
	Baryum	µg/L	27 +/- 1,4	0,63	28 +/- 1,4	0,19
	Aluminium	µg/L	350 +/- 18	8,2	170 +/- 9	1,2
	Arsenic	µg/L	<1	0,06	<1	0,02
Substances toxiques	Etain	µg/L	<5	0,01	<5	0,02
	Uranium	µg/L	<4	0,05	<4	0,01
	Mercurure	µg/L	<0,5	0,01	<0,5	0,002
	Hydrocarbures	µg/L	<10	0,12	<10	0,03
Prélèvements semestriels échantillonnés sur six mois			Semestre 1		Semestre 2	
Paramètres physico-chimiques	DCO	mg/L	11 +/- 0,9	-	13 +/- 1	-
Substances indésirables	Cuivre	µg/L	26 +/- 1,3	0,61	20 +/- 1	0,14
	Bore	µg/L	21 +/- 1,1	0,49	39 +/- 2	0,27
Substances toxiques	Nickel	µg/L	51 +/- 2,6	1,2	68 +/- 3,4	0,47
	Zinc	µg/L	120 +/- 6	2,8	190 +/- 10	1,31
	Cadmium	µg/L	<1	0,01	<1	0,003
	Chrome	µg/L	<1	0,01	<1	0,003
	Plomb	µg/L	<1	0,01	<1	0,003

**Tableau 7.4-12 Analyses du nickel au BDS**

	BDS (< 500 µg/L)		
	Concentration (µg/L)	volume (m <sup>3</sup> )	Flux (kg)
janvier	38	8 317	0,32
février	46	8 092	0,37
mars	58	4 327	0,25
avril	84	900	0,08
mai	150	408	0,06
juin	110	1 352	0,15
juillet	70	749	0,05
août	79	954	0,08
septembre	120	441	0,05
octobre	150	212	0,03
novembre	72	2 834	0,20
décembre	49	1 708	0,08
<b>TOTAL</b>		<b>30 292</b>	<b>1,72</b>

**Tableau 7.4-13 Répartition mensuelle des volumes et des relâchements d'activité aux points 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> )	7985	3688	3411	39	88	2135	57	1175	309	279	2281	157	<b>21602</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,11	0,11	0,048	0,001	0,001	0,045	0,002	0,02	0,01	0,004	0,15	0,002	<b>0,50</b>
	Bêta	0,9	0,4	0,39	0,003	0,01	0,28	0,01	0,12	0,03	0,03	0,3	0,021	<b>2,5</b>
	Tritium	18	20	15	0,16	0,3	5,0	0,4	6,3	1,6	0,6	8,0	0,36	<b>75</b>
Flux en kg	Potassium	15	7,2	5,2	0,07	0,25	5,7	0,14	3,1	0,59	0,73	5,3	0,6	<b>44</b>
<b>BRSO</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	1,20	1,30	1,25	0,85	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,55	0,55	0,70	<b>9,95</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<b>0,012</b>
	Bêta	0,06	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	<b>0,55</b>
	Tritium	120	138	136	119	104	97	90	100	80	60	68	71	<b>1 183</b>
Flux en kg	Potassium	0,95	0,94	1,06	0,77	0,71	0,73	0,67	0,72	0,94	0,70	0,67	0,84	<b>9,7</b>
<b>BRSoBIS</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	65,7	61,4	52,0	20,8	10,2	23,0	16,0	16,5	12,1	7,3	21,2	21,8	<b>328</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,005	0,002	0,003	0,001	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,00	0,00	0,00	<b>0,02</b>
	Bêta	0,36	0,32	0,27	0,13	0,09	0,19	0,12	0,15	0,15	0,11	0,23	0,23	<b>2,35</b>
	Tritium	6,62	6,01	3,53	1,28	1,20	1,51	0,91	0,97	1,32	1,22	2,07	1,78	<b>28,4</b>
Flux en kg	Potassium	0,17	0,14	0,13	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02	0,06	0,06	<b>0,86</b>
<b>RD12</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	665,07	622,36	241,03	2,19	0,0	28,88	2,96	22,69	0	0	144,88	8,05	<b>1 738</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,014	0,024	0,009	0,00006	-	0,0008	0,0002	0,0017	-	-	0,008	0,0005	<b>0,06</b>
	Bêta	0,56	0,43	0,135	0,0011	-	0,019	0,0025	0,02	-	-	0,15	0,0069	<b>1,3</b>
	Tritium	94	156	96	0,26	-	2,14	0,27	1,27	-	-	5,9	0,56	<b>356,4</b>
Flux en kg	Potassium	2	2,7	0,9	0,01	-	0,098	0,019	0,14	-	-	0,8	0,055	<b>7</b>
<b>RP300</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	8926	7850	4436	872	334	1351	736	879	326	175	2656	1630	<b>30 172</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,19	0,38	0,25	0,08	0,01	0,05	0,01	0,04	0,03	0,01	0,15	0,04	<b>1,24</b>
	Bêta	1,87	1,41	1,11	0,25	0,09	0,39	0,17	0,24	0,12	0,06	0,46	0,51	<b>6,67</b>
	Tritium	34	51,0	35,0	9,8	6,3	19,3	8,8	10,5	8,5	5,1	18,0	18,0	<b>224,3</b>
Flux en kg	Potassium	17,9	17,7	11,2	3,4	1,4	6,6	2,4	3,0	1,6	0,9	5,7	5,7	<b>77,4</b>
<b>BDS</b>	Volume (m <sup>3</sup> )	8317	8092	4327	900	408	1352	749	954	441	212	2834	1708	<b>30 292</b>
Activité (MBq)	Alpha	0,15	0,16	0,06	0,04	0,02	0,06	0,03	0,04	0,03	0,01	0,06	0,10	<b>0,76</b>
	Bêta	2,20	1,78	0,95	0,22	0,15	0,78	0,20	0,46	0,27	0,07	0,77	0,87	<b>8,73</b>
	Tritium	117	241	96	11	6	1010	28	20	11,8	6,2	35	560	<b>2140</b>
Flux en kg	Potassium	16,7	18,2	9,4	2,9	1,7	10,4	2,6	3,6	2,2	1,1	7,2	8,5	<b>84,4</b>

**Tableau 7.4-14 Analyses radiologiques des eaux de drainage de la couverture à l'exutoire (RP300)**

POINT	DATE	Période	Durée	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	BETA hors <sup>40</sup> K Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	VOL.REJETE m <sup>3</sup>
RP300	01/02/2016	Janvier	672	2,10E-02	2,10E-01	0,16 ± 0,05	3,80E+00	2,01E+00	8926,27
	29/02/2016	Février	672	4,90E-02	1,80E-01	0,12 ± 0,05	6,50E+00	2,25E+00	7850,18
	04/04/2016	Mars	839	5,70E-02	2,50E-01	0,18 ± 0,06	8,00E+00	2,53E+00	4435,89
	02/05/2016	Avril	672	9,00E-02	2,90E-01	0,18 ± 0,06	1,13E+01	3,87E+00	871,58
	30/05/2016	Mai	672	3,30E-02	2,60E-01	0,15 ± 0,06	1,90E+01	4,07E+00	334,21
	04/07/2016	Juin	840	4,00E-02	2,90E-01	0,16 ± 0,06	1,43E+01	4,88E+00	1351,36
	01/08/2016	Juillet	672	1,90E-02	2,30E-01	0,14 ± 0,06	1,19E+01	3,22E+00	736,16
	29/08/2016	Août	672	4,40E-02	2,70E-01	0,18 ± 0,06	1,19E+01	3,37E+00	879,23
	03/10/2016	Septembre	840	7,60E-02	3,60E-01	0,23 ± 0,07	2,62E+01	4,85E+00	325,62
	31/10/2016	Octobre	673	6,40E-02	3,40E-01	0,19 ± 0,07	2,88E+01	5,31E+00	175,41
	28/11/2016	Novembre	672	5,70E-02	1,70E-01	0,11 ± 0,05	6,60E+00	2,14E+00	2655,85
	02/01/2017	Décembre	840	2,20E-02	3,10E-01	0,21 ± 0,06	1,10E+01	3,48E+00	1629,95
									<b>30171,71</b>

**Tableau 7.4-15 Analyses physico-chimiques des eaux de drainage couverture (RP300)**

Prélèvements réalisés lors des campagnes hautes et basses eaux						
	Paramètres	Unités		Flux en kg		Flux en kg
	Date de prélèvement		18/01/2016		26/09/2016	
Structure naturelle des eaux	pH	UpH	8,1 +/- 0,05	-	8 +/- 0,05	-
	Température	°C	8 +/- 0,50	-	16 +/- 0,5	-
	Conductivité	µS/cm	564 +/- 11	-	910 +/- 18	-
	Redox	mV	519 +/- 26	-	515 +/- 26	-
	O2 dissous	mgO2/L	9,3 +/- 0,1	-	10,3 +/- 0,1	-
	MEST	mg/L	<2	-	<2	-
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur un mois</b>			<b>Mars</b>	<b>V1 = 23769,49 m<sup>3</sup></b>	<b>Novembre</b>	<b>V2 = 6402,22 m<sup>3</sup></b>
Paramètres physico-chimiques	Chlorures	mg/L	30 +/- 1,5	710	37 +/- 1,9	237
	Calcium	mg/L	86 +/- 4,3	2040	70 +/- 3,5	450
	Potassium	mg/L	2,6 +/- 0,13	62	2,3 +/- 0,12	15
Substances indésirables	Sulfates	mg/L	130 +/- 7	3090	95 +/- 4,8	610
	Baryum	µg/L	28 +/- 1,4	0,67	28 +/- 1,4	0,18
Substances toxiques	Mercure	µg/L	<0,5	0,006	<0,5	0,002
	Uranium	µg/L	<4	0,05	<4	0,01
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur six mois</b>			<b>Semestre 1</b>		<b>Semestre 2</b>	
Substances indésirables	Bore	µg/L	24 +/- 1,2	0,57	47 +/- 2,4	0,3
Substances toxiques	Nickel	µg/L	71 +/- 3,6	1,7	79 +/- 4	0,51
	Cadmium	µg/L	<1	0,01	1 +/- 0,35	0,006
	Plomb	µg/L	<1	0,01	<1	0,003
	Chrome	µg/L	<1	0,01	<1	0,003

**Tableau 7.4-16 Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle  
BRS annuels**

(1/4)

## RSGE OUEST

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	DEBIT mL/min
BRS004	26/10/2016	Annuelle	5,90E+00	5,20E+01	1,28E+05	1,27E+02	8,7	0*
BRS007	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS008	26/10/2016	Annuelle	2,80E+00	1,53E+02	2,27E+04	3,24E+03	9,7	0,16
BRS009	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS022	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS100	26/10/2016	Annuelle	3,80E-01	2,39E+00	1,11E+05	1,70E+01	7,6	0*
BRS101	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS136	26/10/2016	Annuelle	2,10E+00	1,01E+02	6,70E+05	8,40E+01	8,6	0,66
BRS140	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS010	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS019	26/10/2016	Annuelle	2,10E+00	9,10E+01	2,26E+04	7,28E+02	8,4	0,03
BRS027	26/10/2016	Annuelle	1,10E+00	1,01E+02	6,70E+04	9,90E+02	8,7	0,67
BRS034	26/10/2016	Annuelle	5,70E-01	2,51E+01	2,39E+04	3,02E+02	8,4	0,44
BRS041	26/10/2016	Annuelle	4,00E-01	1,91E+01	1,86E+04	1,02E+02	8,2	0,49
BRS045	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS137	26/10/2016	Annuelle	4,80E-01	2,31E+01	3,83E+04	1,72E+02	7,9	0,02
BRS138	26/10/2016	Annuelle	2,60E+00	7,50E+02	1,13E+05	1,32E+02	8,4	0*
BRS014	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS071	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS072	26/10/2016	Annuelle	8,00E-01	1,48E+02	1,08E+05	2,02E+03	8,3	0,01
BRS139	26/10/2016	Annuelle	4,80E-01	7,60E+01	1,32E+05	1,01E+03	8,5	0,49
BRS141	26/10/2016	Annuelle	7,10E-01	4,70E+01	1,21E+05	7,48E+02	8,5	0,09
BRS155	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS156	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS157	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS158	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS159	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS021	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS047	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS142	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS143	26/10/2016	Annuelle	3,40E-01	1,13E+01	7,60E+04	1,42E+02	8,3	0,04
BRS144	26/10/2016	Annuelle	5,50E-01	2,44E+01	1,05E+04	5,44E+02	7,9	0,61
BRS145	26/10/2016	Annuelle	1,10E+00	1,00E+03	6,70E+04	6,05E+02	8,2	0,11
BRS160	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS108	26/10/2016	Annuelle	6,60E-01	1,25E+01	3,25E+04	2,72E+02	8,4	0,08
BRS109	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS110	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS154	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0

0\* Présence d'eau dans le bac du BRS sans écoulement constaté

**Tableau 7.4-16 : Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle BRS annuels**

(2/4)

RSGE Central

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	DEBIT mL/min
BRS011	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS012	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS033	25/10/2016	Annuelle	2,20E+00	1,96E+02	2,86E+04	2,14E+03	9	0,29
BRS037	25/10/2016	Annuelle	2,40E+01	1,20E+02	1,31E+05	7,24E+02	9	0 <sup>+</sup>
BRS038	25/10/2016	Annuelle	6,80E-01	7,80E+00	2,00E+03	1,52E+02	8,0	0,50
BRS38b		Annuelle						0
BRS039	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS046	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS052	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS065	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS078	25/10/2016	Annuelle	2,10E+01	3,06E+02	5,40E+04	4,46E+03	9	0 <sup>+</sup>
BRS020	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS024	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS032	25/10/2016	Annuelle	8,00E-01	6,60E+01	3,32E+05	1,82E+03	7,8	0,08
BRS048	25/10/2016	Annuelle	5,20E+00	1,33E+02	1,15E+05	3,39E+03	8	0,15
BRS049	25/10/2016	Annuelle	6,20E+00	1,27E+02	1,94E+04	2,44E+03	9	0,17
BRS050	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS079	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS080	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS081	25/10/2016	Annuelle	1,00E+00	1,10E+02	1,04E+05	2,38E+03	9	0,71
BRS082	25/10/2016	Annuelle	3,60E+00	1,33E+02	1,70E+05	2,88E+03	10	0,50
BRS083	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS084	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS085	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS086	25/10/2016	Annuelle	3,70E+00	5,00E+01	4,80E+05	1,48E+03	7	0 <sup>+</sup>
BRS105	25/10/2016	Annuelle	2,90E+00	7,50E+01	1,58E+05	2,47E+03	7,8	0,07
BRS106	25/10/2016	Annuelle	3,10E+01	1,08E+03	6,90E+04	1,85E+04	9,6	0 <sup>+</sup>
BRS107	25/10/2016	Annuelle	4,30E+00	1,35E+02	1,71E+05	2,88E+03	9,4	0,62
BRS087	25/10/2016	Annuelle	8,00E-01	2,62E+01	2,76E+05	7,04E+02	7,9	0,33
BRS088	25/10/2016	Annuelle	6,10E+00	3,80E+02	2,59E+05	2,30E+03	7	0,59

0<sup>+</sup> Présence d'eau dans le bac du BRS sans écoulement constaté

**Tableau 7.4-16 : Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle BRS annuels**

(3/4)

RSGE EST

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	DEBIT mL/min
BRS001	25/10/2016	Annuelle	-	-	-	-	-	0
BRS002	24/10/2016	Annuelle	5,40E+00	2,52E+01	1,70E+02	3,32E+00	7,5	180
BRS005	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS016	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS018	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS023	25/10/2016	Annuelle	3,30E+00	8,10E+00	9,20E+02	8,30E+00	7,7	0 <sup>+</sup>
BRS044	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS102	24/10/2016	Annuelle	3,90E+00	4,40E+00	4,70E+02	1,42E+01	8,3	0 <sup>+</sup>
BRS103	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS104	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS118	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS119	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS120	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS121	25/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS122	25/10/2016	Annuelle	2,90E+00	1,24E+02	7,80E+04	2,78E+03	9,6	0,20
BRS123	25/10/2016	Annuelle	7,50E-01	1,14E+01	1,21E+04	2,52E+02	8,2	2,05
BRS124	25/10/2016	Annuelle	1,40E+00	9,30E+01	2,97E+04	1,85E+03	9,4	0,93
BRS125	25/10/2016	Annuelle	1,01E+00	1,99E+01	2,64E+03	4,53E+02	9,0	0,08
BRS126	25/10/2016	Annuelle	2,90E+00	1,13E+02	9,30E+03	1,74E+03	9,4	0,69

0<sup>+</sup> Présence d'eau dans le bac du BRS sans écoulement constaté

Tableau 7.4-16 : Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points de contrôle BRS annuels

(4/4)

## RSGE SUD

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	DEBIT mL/min
BRS111	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS112	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
BRS113	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS114	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS115	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS116	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS117	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
BRS128	26/10/2016	Annuelle	1,10E+00	1,89E+01	4,80E+03	2,40E+02	8,5	0,11
BRS129	26/10/2016	Annuelle	4,10E+00	4,12E+01	8,10E+03	8,66E+02	9,1	0,03
BRS130	26/10/2016	Annuelle	4,60E-01	6,00E+01	2,48E+03	1,29E+03	9	0,04
BRS131	26/10/2016	Annuelle	4,70E+00	8,60E+01	1,46E+05	1,50E+03	9	0,17
BRS132	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0,00
BRS133	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS134	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS135	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS146	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS147	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS148	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS149	26/10/2016	Ponctuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS150	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS151	26/10/2016	Annuelle	4,50E-02	6,40E+00	8,90E+02	1,52E+02	8,9	0+
BRS152	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0
BRS153	26/10/2016	Annuelle	NR	NR	NR	NR	NR	0

0+ Présence d'eau dans le bac du BRS sans écoulement constaté

**Tableau 7.4-17 Analyses radiologiques des effluents du RSGE aux points exutoires  
des branches Est et Ouest**

(1/2)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Débit L/min
BRS-ES	06/01/16	Hebdomadaire	1,70E+00	5,10E+01	3,90E+04	1,41E+03	9,4	0,007
	13/01/16	Hebdomadaire	1,60E+00	4,80E+01	4,14E+04	1,28E+03	9,4	0,007
	20/01/16	Hebdomadaire	1,40E+00	4,20E+01	3,36E+04	1,07E+03	9,5	0,006
	27/01/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,90E+01	2,84E+04	8,90E+02	9,3	0,011
	03/02/16	Hebdomadaire	1,00E+00	3,70E+01	2,91E+04	8,70E+02	9,3	0,009
	10/02/16	Hebdomadaire	8,70E-01	3,40E+01	2,54E+04	7,90E+02	9,3	0,011
	17/02/16	Hebdomadaire	1,10E+00	3,40E+01	2,22E+04	1,54E+03	9,2	0,009
	24/02/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,30E+01	2,06E+04	8,20E+02	9,3	0,008
	02/03/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,20E+01	2,02E+04	7,40E+02	9,3	0,012
	09/03/16	Hebdomadaire	1,20E+00	2,70E+01	2,01E+04	7,80E+02	9,3	0,006
	16/03/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,00E+01	2,02E+04	7,50E+02	9,2	0,006
	23/03/16	Hebdomadaire	1,10E+00	3,20E+01	2,04E+04	8,00E+02	9,2	0,007
	30/03/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,20E+01	2,56E+04	7,90E+02	9,2	0,006
	06/04/16	Hebdomadaire	1,40E+00	3,20E+01	3,19E+04	8,10E+02	9,2	0,007
	12/04/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,00E+01	3,23E+04	7,90E+02	9,2	0,006
	20/04/16	Hebdomadaire	1,20E+00	3,10E+01	3,31E+04	7,90E+02	9,2	0,006
	27/04/16	Hebdomadaire	1,10E+00	3,50E+01	3,23E+04	9,10E+02	9,2	0,005
	04/05/16	Hebdomadaire	9,50E-01	3,00E+01	3,04E+04	9,00E+02	9,5	0,005
	11/05/16	Hebdomadaire	1,03E+00	3,00E+01	2,46E+04	8,70E+02	9,2	0,007
	18/05/16	Hebdomadaire	1,12E+00	3,50E+01	2,39E+04	8,90E+02	9,3	0,005
	25/05/16	Hebdomadaire	1,40E+00	3,10E+01	2,37E+04	9,10E+02	9,2	0,005
	01/06/16	Hebdomadaire	1,50E+00	3,52E+01	2,28E+04	9,00E+02	9,3	0,002
	08/06/16	Hebdomadaire	1,40E+00	3,19E+01	2,29E+04	8,80E+02	9,3	0,004
	15/06/16	Hebdomadaire	1,40E+00	3,13E+01	2,70E+04	9,00E+02	9,3	0,003
	22/06/16	Hebdomadaire	1,29E+00	3,15E+01	2,67E+04	8,00E+02	9,3	0,004
	29/06/16	Hebdomadaire	1,50E+00	3,45E+01	2,61E+04	8,60E+02	9,3	0,004
	06/07/16	Hebdomadaire	1,23E+00	3,72E+01	2,54E+04	9,00E+02	9,3	0,004
	13/07/16	Hebdomadaire	1,50E+00	4,00E+01	2,37E+04	9,00E+02	9,4	0,003
	20/07/16	Hebdomadaire	1,50E+00	3,82E+01	2,55E+04	9,60E+02	9,4	0,004
	27/07/16	Hebdomadaire	1,60E+00	3,67E+01	2,60E+04	9,40E+02	9,4	0,004
	03/08/16	Hebdomadaire	2,00E+00	3,83E+01	2,69E+04	1,05E+03	9,4	0,005
	10/08/16	Hebdomadaire	1,70E+00	4,40E+01	2,66E+04	1,15E+03	9,4	0,004
	17/08/16	Hebdomadaire	1,80E+00	4,60E+01	2,77E+04	1,14E+03	9,4	0,005
	24/08/16	Hebdomadaire	2,10E+00	5,10E+01	2,69E+04	1,26E+03	9,5	0,004
	31/08/16	Hebdomadaire	2,00E+00	4,90E+01	2,72E+04	1,18E+03	9,5	0,005
	07/09/16	Hebdomadaire	1,90E+00	4,80E+01	2,37E+04	1,21E+03	9,5	0,005
	14/09/16	Hebdomadaire	1,80E+00	4,90E+01	2,48E+04	1,30E+03	9,5	0,004
	21/09/16	Hebdomadaire	1,90E+00	5,20E+01	2,37E+04	1,12E+03	9,4	0,004
	28/09/16	Hebdomadaire	1,70E+00	5,60E+01	2,22E+04	1,17E+03	9,4	0,003
	05/10/16	Hebdomadaire	1,40E+00	5,30E+01	2,65E+04	1,15E+03	9,4	0,004
13/10/16	Hebdomadaire	2,00E+00	5,20E+01	2,74E+04	1,21E+03	9,4	0,003	
20/10/16	Hebdomadaire	1,90E+00	4,80E+01	2,99E+04	1,21E+03	9,4	0,003	
26/10/16	Hebdomadaire	2,00E+00	4,80E+01	2,83E+04	1,16E+03	9,4	0,003	
02/11/16	Hebdomadaire	1,80E+00	5,70E+01	2,82E+04	1,27E+03	9,4	0,003	
09/11/16	Hebdomadaire	1,80E+00	5,60E+01	2,89E+04	1,26E+03	9,4	0,002	
16/11/16	Hebdomadaire	2,00E+00	5,20E+01	3,35E+04	1,25E+03	9,4	0,004	
23/11/16	Hebdomadaire	2,40E+00	6,00E+01	2,84E+04	1,36E+03	9,4	0,003	
30/11/16	Hebdomadaire	2,20E+00	6,00E+01	3,16E+04	1,40E+03	9,4	0,004	
07/12/16	Hebdomadaire	1,40E+00	5,80E+01	3,41E+04	1,15E+03	9,4	0,004	
14/12/16	Hebdomadaire	2,20E+00	6,00E+01	3,29E+04	1,52E+03	9,4	0,003	
21/12/16	Hebdomadaire	2,30E+00	6,30E+01	3,34E+04	1,70E+03	9,4	0,003	
27/12/16	Hebdomadaire	2,30E+00	6,50E+01	3,70E+04	1,79E+03	9,4	0,002	
<b>Débit moyen</b>								<b>0,005</b>

**Tableau 7.4-17 : Analyses radiologiques des eaux du RSGE aux points exutoires  
des branches Est et Ouest**

(2/2)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Débit L/min
BRS-OU	06/01/16	Hebdomadaire	1,30E+00	4,70E+01	1,80E+05	7,00E+02	8,0	0,028
	13/01/16	Hebdomadaire	8,80E-01	3,70E+01	8,90E+04	6,18E+02	7,9	0,030
	20/01/16	Hebdomadaire	1,40E+00	6,20E+01	1,85E+05	6,80E+02	8,5	0,025
	27/01/16	Hebdomadaire	1,40E+00	6,70E+01	1,46E+05	6,00E+02	8,3	0,028
	03/02/16	Hebdomadaire	1,30E+00	5,30E+01	1,35E+05	6,20E+02	8,2	0,025
	10/02/16	Hebdomadaire	9,30E-01	4,70E+01	1,85E+05	5,80E+02	8,2	0,030
	17/02/16	Hebdomadaire	1,10E+00	6,00E+01	1,58E+05	1,17E+03	7,6	0,029
	24/02/16	Hebdomadaire	7,70E-01	6,30E+01	1,47E+05	6,50E+02	8,4	0,023
	02/03/16	Hebdomadaire	8,80E-01	6,80E+01	1,38E+05	6,50E+02	8,3	0,025
	09/03/16	Hebdomadaire	9,00E-01	6,40E+01	3,12E+05	6,60E+02	8,1	0,028
	16/03/16	Hebdomadaire	3,90E+00	9,60E+01	2,69E+05	1,21E+03	7,7	0,022
	23/03/16	Hebdomadaire	1,00E+00	6,50E+01	1,18E+05	8,00E+02	9,2	0,022
	30/03/16	Hebdomadaire	1,00E+00	5,70E+01	1,97E+05	7,70E+02	8,3	0,019
	06/04/16	Hebdomadaire	1,40E+00	6,10E+01	1,67E+05	7,10E+02	7,9	0,026
	12/04/16	Hebdomadaire	1,10E+00	6,60E+01	1,93E+05	7,30E+02	8,3	0,023
	20/04/16	Hebdomadaire	1,00E+00	6,80E+01	1,93E+05	7,60E+02	8,0	0,018
	27/04/16	Hebdomadaire	1,40E+00	7,30E+01	1,78E+05	9,30E+02	8,2	0,028
	04/05/16	Hebdomadaire	1,04E+00	6,70E+01	2,19E+05	1,04E+03	8,5	0,015
	11/05/16	Hebdomadaire	1,70E+00	7,30E+01	2,28E+05	1,02E+03	7,8	0,017
	18/05/16	Hebdomadaire	1,20E+00	6,80E+01	2,46E+05	1,10E+03	7,6	0,026
	25/05/16	Hebdomadaire	1,40E+00	6,70E+01	2,13E+05	1,06E+03	8,2	0,016
	01/06/16	Hebdomadaire	1,40E+00	7,90E+01	1,38E+05	1,11E+03	8,3	0,014
	08/06/16	Hebdomadaire	1,08E+00	5,60E+01	3,30E+05	1,60E+03	7,9	0,033
	15/06/16	Hebdomadaire	1,25E+00	6,80E+01	1,66E+05	1,02E+03	8,3	0,018
	22/06/16	Hebdomadaire	1,14E+00	6,20E+01	1,92E+05	1,00E+03	8,3	0,018
	29/06/16	Hebdomadaire	1,09E+00	6,70E+01	1,63E+05	9,00E+02	7,6	0,016
	06/07/16	Hebdomadaire	1,30E+00	6,20E+01	1,27E+05	7,70E+02	8,0	0,017
	13/07/16	Hebdomadaire	1,12E+00	5,50E+01	1,42E+05	7,70E+02	8,4	0,017
	20/07/16	Hebdomadaire	1,22E+00	6,60E+01	2,06E+05	9,00E+02	8,1	0,017
	27/07/16	Hebdomadaire	1,00E+00	5,60E+01	2,38E+05	9,40E+02	7,9	0,015
	03/08/16	Hebdomadaire	1,40E+00	5,60E+01	2,44E+05	1,02E+03	8,0	0,016
	10/08/16	Hebdomadaire	1,16E+00	5,40E+01	1,58E+05	9,80E+02	8,4	0,016
	17/08/16	Hebdomadaire	1,50E+00	6,60E+01	1,88E+05	9,20E+02	7,7	0,017
	24/08/16	Hebdomadaire	1,23E+00	5,80E+01	1,48E+05	1,05E+03	8,1	0,016
	31/08/16	Hebdomadaire	1,30E+00	5,80E+01	1,15E+05	9,70E+02	8,0	0,014
	07/09/16	Hebdomadaire	1,50E+00	5,60E+01	1,73E+05	1,02E+03	7,9	0,013
	14/09/16	Hebdomadaire	1,70E+00	5,50E+01	1,65E+05	1,04E+03	8,5	0,016
	21/09/16	Hebdomadaire	3,20E+00	1,00E+02	2,70E+05	1,69E+03	8,0	0,016
	28/09/16	Hebdomadaire	9,70E-01	5,40E+01	1,28E+05	9,70E+02	8,3	0,014
	05/10/16	Hebdomadaire	9,50E-01	6,00E+01	1,66E+05	9,72E+02	8,3	0,014
	13/10/16	Hebdomadaire	9,70E-01	7,20E+01	1,55E+05	1,07E+03	8,0	0,024
	20/10/16	Hebdomadaire	7,50E-01	6,10E+01	1,40E+05	1,03E+03	7,8	0,016
26/10/16	Hebdomadaire	1,60E+00	6,30E+01	1,58E+05	1,08E+03	7,9	0,016	
02/11/16	Hebdomadaire	1,20E+00	6,90E+01	1,26E+05	1,05E+03	8,4	0,014	
09/11/16	Hebdomadaire	1,08E+00	7,10E+01	1,83E+05	1,02E+03	8,2	0,014	
16/11/16	Hebdomadaire	9,10E-01	6,10E+01	1,90E+05	1,09E+03	7,8	0,021	
23/11/16	Hebdomadaire	1,24E+00	6,10E+01	1,08E+05	9,60E+02	8,4	0,015	
30/11/16	Hebdomadaire	1,70E+00	5,60E+01	1,34E+05	7,60E+02	8,3	0,020	
07/12/16	Hebdomadaire	1,24E+00	5,90E+01	1,18E+05	6,92E+02	7,8	0,016	
14/12/16	Hebdomadaire	1,27E+00	7,20E+01	1,44E+05	8,80E+02	7,8	0,012	
21/12/16	Hebdomadaire	6,70E-01	7,10E+01	1,03E+05	1,12E+03	7,8	0,016	
27/12/16	Hebdomadaire	2,10E+00	6,30E+01	9,30E+04	1,18E+03	8,4	0,018	
<b>Débit moyen</b>								<b>0,020</b>

**Tableau 7.4-18 Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)**

(1/2)

Point	Période	Prélèvement		Analyses							Volumes		Relâchements et flux				
		Date	Durée h	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH UpH	Bêta mes Bq/L	MEST mg/L	Volumes m <sup>3</sup>	Débit moyen en m <sup>3</sup> /h	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MEST kg
BRS000	janvier	01/02/2016	672	1,00E+00	4,90E+01	1,00E+05	7,90E+02	8,8	<1,70E-02	1,80E+00	1,20	0,0018	1,20E-03	5,90E-02	1,20E+02	9,50E-01	2,16E-03
	février	29/02/2016	672	7,50E-01	5,00E+01	1,06E+05	7,20E+02	8,8	<1,70E-02	2,40E+00	1,30	0,0019	1,00E-03	6,50E-02	1,38E+02	9,40E-01	3,12E-03
	mars	04/04/2016	840	1,30E+00	5,50E+01	1,09E+05	8,50E+02	8,7	<1,70E-02	2,40E+00	1,25	0,0015	1,60E-03	6,90E-02	1,36E+02	1,06E+00	3,00E-03
	avril	02/05/2016	672	1,40E+00	6,10E+01	1,40E+05	9,10E+02	8,8	2,00E-02	1,80E+00	0,85	0,0013	1,20E-03	5,20E-02	1,19E+02	7,70E-01	1,53E-03
	mai	30/05/2016	672	1,15E+00	5,10E+01	1,49E+05	1,02E+03	8,8	<1,70E-02	1,20E+00	0,70	0,001	8,10E-04	3,60E-02	1,04E+02	7,10E-01	8,40E-04
	juin	04/07/2016	840	1,40E+00	5,80E+01	1,39E+05	1,04E+03	8,8	<1,72E-02	1,20E+00	0,70	0,0008	9,80E-04	4,10E-02	9,70E+01	7,30E-01	8,40E-04
	juillet	01/08/2016	672	1,07E+00	5,00E+01	1,29E+05	9,60E+02	8,9	<1,70E-02	1,80E+00	0,70	0,001	7,50E-04	3,50E-02	9,00E+01	6,70E-01	1,26E-03
	août	29/08/2016	672	1,21E+00	4,80E+01	1,43E+05	1,03E+03	9	<1,70E-02	1,00E+00	0,70	0,001	8,50E-04	3,40E-02	1,00E+02	7,20E-01	7,00E-04
	septembre	03/10/2016	840	1,60E+00	6,00E+01	1,07E+05	1,25E+03	9	1,80E-02	1,00E+00	0,75	0,0009	1,20E-03	4,50E-02	8,00E+01	9,40E-01	7,50E-04
	octobre	31/10/2016	672	1,40E+00	6,20E+01	1,12E+05	1,22E+03	9	3,00E-02	2,00E+00	0,55	0,0008	8,00E-04	3,40E-02	6,00E+01	7,00E-01	1,10E-03
	novembre	28/11/2016	672	1,10E+00	6,60E+01	1,24E+05	1,22E+03	8,8	2,60E-02	3,00E+00	0,55	0,0008	6,10E-04	3,60E-02	6,80E+01	6,70E-01	1,65E-03
	décembre	02/01/2017	840	1,60E+00	6,60E+01	1,02E+05	1,20E+03	8,8	<1,66E-02	2,60E+00	0,70	0,0008	1,12E-03	4,60E-02	7,10E+01	8,40E-01	1,82E-03
<b>Somme</b>											<b>9,95</b>		<b>1,21E-02</b>	<b>5,52E-01</b>	<b>1,18E+03</b>	<b>9,70E+00</b>	<b>1,88E-02</b>

**Tableau 7.4-18 : Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGE (BRS0)**

(2/2)

Point	Période 2016	Prélèvement Date	Analyses					MEST mg/L	Volumes m <sup>3</sup>	Relâchements			rapport R act. Bêta insoluble sur R act. Bêta
			volume filtré L	masse g	Bêta Bq/L	Bêta mes				Bêta soluble MBq	MEST kg	Beta insoluble MBq	
						Bq/L	Bq/g						
BRS000	janvier	01/02/2016	5,00E-01	9,00E-04	4,90E+01	<1,70E-02	<9,44E+00	1,80E+00	1,20	5,90E-02	2,16E-03	<2,04E-05	-
	février	29/02/2016	5,00E-01	1,20E-03	5,00E+01	<1,70E-02	<7,08E+00	2,40E+00	1,30	6,50E-02	3,12E-03	<2,21E-05	0,03%
	mars	04/04/2016	5,00E-01	1,20E-03	5,50E+01	<1,70E-02	<7,08E+00	2,40E+00	1,25	6,90E-02	3,00E-03	<2,12E-05	0,03%
	avril	02/05/2016	5,00E-01	9,00E-04	6,10E+01	2,00E-02	1,10E+01	1,80E+00	0,85	5,20E-02	1,53E-03	1,68E-05	0,03%
	mai	30/05/2016	5,00E-01	6,00E-04	5,10E+01	<1,70E-02	<1,42E+01	1,20E+00	0,70	3,60E-02	8,40E-04	<1,19E-05	0,03%
	juin	04/07/2016	5,00E-01	6,00E-04	5,80E+01	<1,72E-02	<1,43E+01	1,20E+00	0,70	4,10E-02	8,40E-04	<1,20E-05	0,03%
	juillet	01/08/2016	5,00E-01	9,00E-04	5,00E+01	<1,70E-02	<9,44E+00	1,80E+00	0,70	3,50E-02	1,26E-03	<1,19E-05	0,03%
	août	29/08/2016	5,00E-01	5,00E-04	4,80E+01	<1,70E-02	<1,70E+01	1,00E+00	0,70	3,40E-02	7,00E-04	<1,19E-05	0,03%
	septembre	03/10/2016	5,00E-01	5,00E-04	6,00E+01	1,80E-02	1,80E+01	1,00E+00	0,75	4,50E-02	7,50E-04	1,35E-05	0,03%
	octobre	31/10/2016	5,00E-01	1,00E-03	6,20E+01	3,00E-02	1,50E+01	2,00E+00	0,55	3,40E-02	1,10E-03	1,65E-05	0,05%
	novembre	28/11/2016	5,00E-01	1,50E-03	6,60E+01	2,60E-02	9,00E+00	3,00E+00	0,55	3,60E-02	1,65E-03	1,49E-05	0,04%
	décembre	02/01/2017	5,00E-01	1,30E-03	6,60E+01	<1,66E-02	<6,39E+00	2,60E+00	0,70	4,60E-02	1,82E-03	<1,16E-05	0,03%
<b>Somme</b>								<b>9,95</b>	<b>5,84E-01</b>	<b>1,88E-02</b>	<b>1,85E-04</b>	<b>0,03%</b>	

Tableau 7.4-19 Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRS0bis)

(1/2)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA	BETA	TRITIUM	K	BETA sur MES		MEST	pH	Vol. rejeté
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L	Bq/L	Bq/g	mg/L		m <sup>3</sup>
BRS0bis	11/01/16	Hebdomadaire	1,00E-01	5,60E+00	1,06E+02	2,61E+00	2,14E+00	1,78E+02	1,20E+01	8,3	23,15
	18/01/16	Hebdomadaire	1,00E-01	5,10E+00	5,10E+01	2,80E+00	6,80E-01	1,79E+02	3,80E+00	8,2	16,00
	25/01/16	Hebdomadaire	1,00E-01	5,60E+00	3,60E+01	2,63E+00	7,70E+00	1,92E+02	4,00E+01	8,4	9,90
	01/02/16	Hebdomadaire	< 3,40E-02	5,80E+00	1,80E+02	2,46E+00	9,80E-01	9,60E+01	1,02E+01	7,7	16,60
	08/02/16	Hebdomadaire	5,00E-02	5,40E+00	6,50E+01	2,25E+00	3,40E-01	9,40E+01	3,60E+00	8,0	16,50
	15/02/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	5,30E+00	1,64E+02	2,34E+00	6,90E-01	1,91E+02	3,60E+00	7,5	20,00
	22/02/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	4,90E+00	7,20E+01	2,53E+00	2,92E-01	1,04E+02	2,80E+00	7,4	13,20
	29/02/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	4,80E+00	6,10E+01	2,32E+00	4,10E-01	1,36E+02	3,00E+00	8,3	11,65
	07/03/16	Hebdomadaire	6,00E-02	5,00E+00	9,50E+01	2,32E+00	1,26E+00	2,33E+02	5,40E+00	8,0	10,90
	14/03/16	Hebdomadaire	7,00E-02	4,10E+00	4,00E+01	2,23E+00	1,54E+00	1,43E+02	1,08E+01	8,0	15,45
	21/03/16	Hebdomadaire	< 3,40E-02	5,90E+00	7,50E+01	2,70E+00	1,92E+00	2,00E+02	9,60E+00	8,2	7,90
	28/03/16	Hebdomadaire	8,00E-02	6,40E+00	9,10E+01	2,35E+00	1,52E+00	2,11E+02	7,20E+00	8,5	7,40
	04/04/16	Hebdomadaire	< 3,40E-02	5,60E+00	5,90E+01	2,53E+00	7,30E-01	1,74E+02	4,20E+00	7,7	10,30
	11/04/16	Hebdomadaire	4,20E-02	5,20E+00	4,30E+01	2,51E+00	3,08E+00	2,44E+02	1,26E+01	8,2	6,50
	18/04/16	Hebdomadaire	< 3,40E-02	6,30E+00	5,10E+01	2,41E+00	1,10E+00	1,25E+02	8,80E+00	8,2	5,90
	25/04/16	Hebdomadaire	4,20E-02	7,00E+00	7,10E+01	2,57E+00	5,70E-01	2,36E+02	2,40E+00	8,2	4,90
	02/05/16	Hebdomadaire	7,00E-02	7,00E+00	1,01E+02	2,89E+00	1,18E+00	2,95E+02	4,00E+00	8,0	3,50
	09/05/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	7,40E+00	1,28E+02	2,77E+00	1,28E-01	2,10E+02	6,00E-01	7,8	2,30
	16/05/16	Hebdomadaire	5,20E-02	9,00E+00	1,32E+02	2,71E+00	1,08E+00	2,57E+02	4,20E+00	8,4	2,20
	23/05/16	Hebdomadaire	4,30E-02	8,30E+00	1,02E+02	2,52E+00	1,24E+00	2,48E+02	5,00E+00	7,6	2,90
	30/05/16	Hebdomadaire	4,30E-02	9,00E+00	1,14E+02	4,77E+00	3,60E-01	1,79E+02	2,00E+00	8,2	2,80
	06/06/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	1,02E+01	1,16E+02	2,50E+00	2,00E+00	1,67E+02	1,20E+01	8,3	2,70
	13/06/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	9,70E+00	1,07E+02	2,41E+00	4,60E+00	1,83E+02	2,52E+01	8,4	2,25
	20/06/16	Hebdomadaire	7,00E-02	1,05E+01	9,90E+01	2,50E+00	2,14E+00	1,81E+02	1,18E+01	7,9	3,00
	27/06/16	Hebdomadaire	1,00E-01	7,30E+00	4,10E+01	2,22E+00	1,48E+00	1,90E+02	7,80E+00	7,8	7,40
	04/07/16	Hebdomadaire	7,00E-02	7,80E+00	4,70E+01	2,38E+00	2,80E+00	1,65E+02	1,70E+01	7,7	7,60
	11/07/16	Hebdomadaire	6,00E-02	7,10E+00	4,90E+01	2,60E+00	2,94E+00	1,99E+02	1,48E+01	8,4	6,60
	18/07/16	Hebdomadaire	7,00E-02	6,80E+00	5,50E+01	2,88E+00	1,32E-01	1,70E+02	8,00E-01	8,4	4,40
	25/07/16	Hebdomadaire	6,00E-02	8,00E+00	6,60E+01	3,21E+00	4,70E-01	1,56E+02	3,00E+00	8,1	2,70
	01/08/16	Hebdomadaire	1,00E-01	9,00E+00	7,30E+01	3,12E+00	3,50E-01	1,36E+02	2,60E+00	7,7	2,30
	08/08/16	Hebdomadaire	1,00E-01	8,20E+00	4,30E+01	3,07E+00	6,20E-02	2,60E+01	2,40E+00	7,8	7,00
	15/08/16	Hebdomadaire	7,00E-02	8,40E+00	5,90E+01	2,83E+00	1,48E+00	3,89E+02	3,80E+00	8,0	4,30
	22/08/16	Hebdomadaire	1,30E-01	9,90E+00	7,80E+01	3,22E+00	1,14E+00	2,19E+02	5,20E+00	8,1	3,00
	29/08/16	Hebdomadaire	5,30E-02	1,12E+01	8,30E+01	3,18E+00	2,76E-01	1,38E+02	2,00E+00	8,1	2,20
	05/09/16	Hebdomadaire	1,00E-01	1,15E+01	8,20E+01	2,83E+00	9,40E+00	2,17E+02	4,34E+01	8,1	2,40
	12/09/16	Hebdomadaire	9,00E-02	1,14E+01	9,40E+01	2,93E+00	1,70E+00	1,57E+02	1,08E+01	8,3	3,00
	19/09/16	Hebdomadaire	1,00E-01	1,22E+01	1,10E+02	3,13E+00	4,24E+00	1,58E+02	2,68E+01	7,8	3,10
	26/09/16	Hebdomadaire	4,30E-02	1,41E+01	1,36E+02	3,02E+00	5,40E+00	2,20E+02	2,44E+01	8,1	2,00
	03/10/16	Hebdomadaire	1,30E-01	1,36E+01	1,45E+02	3,12E+00	2,34E+00	1,83E+02	1,28E+01	8,1	1,60
	10/10/16	Hebdomadaire	1,40E-01	1,40E+01	1,53E+02	2,72E+00	2,84E+00	2,73E+02	1,04E+01	8,3	2,60
17/10/16	Hebdomadaire	1,60E-01	1,43E+01	1,52E+02	2,72E+00	1,30E+00	1,91E+02	6,80E+00	8,1	1,70	
24/10/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	1,68E+01	1,68E+02	3,05E+00	5,50E+00	1,43E+02	3,82E+01	8,2	1,60	
31/10/16	Hebdomadaire	7,00E-02	1,69E+01	2,07E+02	3,41E+00	7,80E-02	7,80E+01	1,00E+00	8,1	1,40	
07/11/16	Hebdomadaire	< 3,50E-02	1,55E+01	2,06E+02	3,08E+00	1,36E+00	1,89E+02	7,20E+00	8,0	1,60	
14/11/16	Hebdomadaire	1,40E-01	1,27E+01	1,17E+02	2,88E+00	3,16E+00	1,01E+02	3,12E+01	8,3	3,10	
21/11/16	Hebdomadaire	1,00E-01	1,11E+01	7,70E+01	2,75E+00	1,32E+00	8,80E+01	1,50E+01	7,9	6,50	
28/11/16	Hebdomadaire	9,00E-02	9,70E+00	8,80E+01	3,01E+00	1,80E+00	9,40E+01	1,92E+01	8,2	9,95	
05/12/16	Hebdomadaire	7,00E-02	9,40E+00	8,90E+01	2,49E+00	5,00E-02	3,60E+01	1,40E+00	8,1	5,05	
12/12/16	Hebdomadaire	9,00E-02	1,13E+01	1,03E+02	2,69E+00	8,00E-01	1,24E+02	6,40E+00	8,1	3,75	
19/12/16	Hebdomadaire	1,00E-01	1,21E+01	1,09E+02	3,15E+00	1,34E+00	1,52E+02	8,80E+00	7,7	3,15	
26/12/16	Hebdomadaire	4,40E-02	1,13E+01	6,20E+01	3,20E+00	1,12E+00	1,81E+02	6,20E+00	8,1	4,75	
02/01/17	Hebdomadaire	7,00E-02	1,02E+01	6,10E+01	3,11E+00	1,10E+00	2,20E+02	5,00E+00	8,1	5,10	
											327,75

Tableau 7.4-19 : Analyses radiologiques des effluents à l'exutoire du RSGEbis (BRS0bis)

(2/2)

Point	Prélèvement	Analyses						Volumes collectés	Relâchements			rapport R act. Bêta insoluble sur R act. Bêta
	Date	Volume filtré L	Masse filtrée g	Beta global Bq/L	Beta sur MES Bq/L	Beta sur MES Bq/g	Teneur MES mg/L		Bêta soluble MBq	flux MEST kg	Bêta insoluble	
BRS0bis	11/01/2016	5,00E-01	6,00E-03	5,60E+00	2,14E+00	1,78E+02	1,20E+01	23,15	1,30E-01	2,78E-01	4,95E-02	28%
	18/01/2016	5,00E-01	1,90E-03	5,10E+00	6,80E-01	1,79E+02	3,80E+00	16	8,20E-02	6,08E-02	1,09E-02	12%
	25/01/2016	5,00E-01	2,00E-02	5,60E+00	7,70E+00	1,92E+02	4,00E+01	9,9	5,50E-02	3,96E-01	7,60E-02	58%
	01/02/2016	5,00E-01	5,10E-03	5,80E+00	9,80E-01	9,60E+01	1,02E+01	16,6	9,60E-02	1,69E-01	1,63E-02	15%
	08/02/2016	5,00E-01	1,80E-03	5,40E+00	3,40E-01	9,40E+01	3,60E+00	16,5	8,90E-02	5,94E-02	5,58E-03	6%
	15/02/2016	5,00E-01	1,80E-03	5,30E+00	6,90E-01	1,91E+02	3,60E+00	20	1,06E-01	7,20E-02	1,38E-02	12%
	22/02/2016	5,00E-01	1,40E-03	4,90E+00	2,92E-01	1,04E+02	2,80E+00	13,2	6,50E-02	3,70E-02	3,85E-03	6%
	29/02/2016	5,00E-01	1,50E-03	4,80E+00	4,10E-01	1,36E+02	3,00E+00	11,65	5,60E-02	3,50E-02	4,76E-03	8%
	07/03/2016	5,00E-01	2,70E-03	5,00E+00	1,26E+00	2,33E+02	5,40E+00	10,9	5,50E-02	5,89E-02	1,37E-02	20%
	14/03/2016	5,00E-01	5,40E-03	4,10E+00	1,54E+00	1,43E+02	1,08E+01	15,45	6,30E-02	1,67E-01	2,39E-02	28%
	21/03/2016	5,00E-01	4,80E-03	5,90E+00	1,92E+00	2,00E+02	9,60E+00	7,9	4,70E-02	7,58E-02	1,52E-02	24%
	28/03/2016	5,00E-01	3,60E-03	6,40E+00	1,52E+00	2,11E+02	7,20E+00	7,4	4,70E-02	5,33E-02	1,12E-02	19%
	04/04/2016	5,00E-01	2,10E-03	5,60E+00	7,30E-01	1,74E+02	4,20E+00	10,3	5,80E-02	4,33E-02	7,53E-03	11%
	11/04/2016	5,00E-01	6,30E-03	5,20E+00	3,08E+00	2,44E+02	1,28E+01	6,5	3,40E-02	8,19E-02	2,00E-02	37%
	18/04/2016	5,00E-01	4,40E-03	6,30E+00	1,10E+00	1,25E+02	8,80E+00	5,9	3,70E-02	5,19E-02	6,49E-03	15%
	25/04/2016	5,00E-01	1,20E-03	7,00E+00	5,70E-01	2,36E+02	2,40E+00	4,9	3,40E-02	1,18E-02	2,78E-03	8%
	02/05/2016	5,00E-01	2,00E-03	7,00E+00	1,18E+00	2,95E+02	4,00E+00	3,5	2,45E-02	1,40E-02	4,13E-03	14%
	09/05/2016	5,00E-01	3,00E-04	7,40E+00	1,28E-01	2,10E+02	6,00E-01	2,3	1,70E-02	1,38E-03	2,90E-04	2%
	16/05/2016	5,00E-01	2,10E-03	9,00E+00	1,08E+00	2,57E+02	4,20E+00	2,2	1,98E-02	9,24E-03	2,37E-03	11%
	23/05/2016	5,00E-01	2,50E-03	8,30E+00	1,24E+00	2,48E+02	5,00E+00	2,9	2,41E-02	1,45E-02	3,60E-03	13%
	30/05/2016	5,00E-01	1,00E-03	9,00E+00	3,60E-01	1,79E+02	2,00E+00	2,8	2,52E-02	5,60E-03	1,00E-03	4%
	06/06/2016	5,00E-01	6,00E-03	1,02E+01	2,00E+00	1,67E+02	1,20E+01	2,7	2,75E-02	3,24E-02	5,41E-03	16%
	13/06/2016	5,00E-01	1,26E-02	9,70E+00	4,60E+00	1,83E+02	2,52E+01	2,25	2,18E-02	5,67E-02	1,04E-02	32%
	20/06/2016	5,00E-01	5,90E-03	1,05E+01	2,14E+00	1,81E+02	1,18E+01	3	3,15E-02	3,54E-02	6,41E-03	17%
	27/06/2016	5,00E-01	3,90E-03	7,30E+00	1,48E+00	1,90E+02	7,80E+00	7,4	5,40E-02	5,77E-02	1,10E-02	17%
	04/07/2016	5,00E-01	8,50E-03	7,80E+00	2,80E+00	1,65E+02	1,70E+01	7,6	5,90E-02	1,29E-01	2,13E-02	27%
	11/07/2016	5,00E-01	7,40E-03	7,10E+00	2,94E+00	1,99E+02	1,48E+01	6,6	4,70E-02	9,77E-02	1,94E-02	29%
	18/07/2016	5,00E-01	4,00E-04	6,80E+00	1,32E-01	1,70E+02	8,00E-01	4,4	2,99E-02	3,50E-03	5,95E-04	2%
	25/07/2016	5,00E-01	1,50E-03	8,00E+00	4,70E-01	1,56E+02	3,00E+00	2,7	2,16E-02	8,10E-03	1,26E-03	6%
	01/08/2016	5,00E-01	1,30E-03	9,00E+00	3,50E-01	1,36E+02	2,60E+00	2,3	2,07E-02	5,98E-03	8,13E-04	4%
	08/08/2016	5,00E-01	1,20E-03	8,20E+00	6,20E-02	2,60E+01	2,40E+00	7	5,70E-02	1,68E-02	4,37E-04	1%
	15/08/2016	5,00E-01	1,90E-03	8,40E+00	1,48E+00	3,89E+02	3,80E+00	4,3	3,61E-02	1,63E-02	6,34E-03	15%
	22/08/2016	5,00E-01	2,60E-03	9,90E+00	1,14E+00	2,19E+02	5,20E+00	3	2,97E-02	1,56E-02	3,42E-03	10%
	29/08/2016	5,00E-01	1,00E-03	1,12E+01	2,76E-01	1,38E+02	2,00E+00	2,2	2,46E-02	4,40E-03	6,07E-04	2%
	05/09/2016	5,00E-01	2,17E-02	1,15E+01	9,40E+00	2,17E+02	4,34E+01	2,4	2,76E-02	1,04E-01	2,26E-02	45%
	12/09/2016	5,00E-01	5,40E-03	1,14E+01	1,70E+00	1,57E+02	1,08E+01	3	3,42E-02	3,24E-02	5,09E-03	13%
	19/09/2016	5,00E-01	1,34E-02	1,22E+01	4,24E+00	1,58E+02	2,68E+01	3,1	3,78E-02	8,31E-02	1,31E-02	26%
	26/09/2016	5,00E-01	1,22E-02	1,41E+01	5,40E+00	2,20E+02	2,44E+01	2	2,82E-02	4,88E-02	1,07E-02	28%
	03/10/2016	5,00E-01	6,40E-03	1,36E+01	2,34E+00	1,83E+02	1,28E+01	1,6	2,18E-02	2,05E-02	3,75E-03	15%
	10/10/2016	5,00E-01	5,20E-03	1,40E+01	2,84E+00	2,73E+02	1,04E+01	2,6	3,64E-02	2,70E-02	7,37E-03	17%
	17/10/2016	5,00E-01	3,40E-03	1,43E+01	1,30E+00	1,91E+02	6,80E+00	1,7	2,43E-02	1,16E-02	2,21E-03	8%
	24/10/2016	5,00E-01	1,91E-02	1,68E+01	5,50E+00	1,43E+02	3,82E+01	1,6	2,69E-02	6,11E-02	8,74E-03	25%
	31/10/2016	5,00E-01	5,00E-04	1,69E+01	7,80E-02	7,80E+01	1,00E+00	1,4	2,37E-02	1,40E-03	1,09E-04	0,5%
	07/11/2016	5,00E-01	3,60E-03	1,55E+01	1,36E+00	1,89E+02	7,20E+00	1,6	2,48E-02	1,15E-02	2,18E-03	8%
	14/11/2016	5,00E-01	1,56E-02	1,27E+01	3,16E+00	1,01E+02	3,12E+01	3,1	3,94E-02	9,67E-02	9,77E-03	20%
	21/11/2016	5,00E-01	7,50E-03	1,11E+01	1,32E+00	8,80E+01	1,50E+01	6,5	7,20E-02	9,75E-02	8,58E-03	11%
	28/11/2016	5,00E-01	9,60E-03	9,70E+00	1,80E+00	9,40E+01	1,92E+01	9,95	9,70E-02	1,91E-01	1,80E-02	16%
	05/12/2016	5,00E-01	7,00E-04	9,40E+00	5,00E-02	3,60E+01	1,40E+00	5,05	4,70E-02	7,10E-03	2,56E-04	1%
	12/12/2016	5,00E-01	3,20E-03	1,13E+01	8,00E-01	1,24E+02	6,40E+00	3,75	4,24E-02	2,40E-02	2,98E-03	7%
	19/12/2016	5,00E-01	4,40E-03	1,21E+01	1,34E+00	1,52E+02	8,80E+00	3,15	3,81E-02	2,77E-02	4,21E-03	10%
	26/12/2016	5,00E-01	3,10E-03	1,13E+01	1,12E+00	1,81E+02	6,20E+00	4,75	5,40E-02	2,95E-02	5,34E-03	9%
	02/01/2017	5,00E-01	2,50E-03	1,02E+01	1,10E+00	2,20E+02	5,00E+00	5,1	5,20E-02	2,55E-02	5,61E-03	10%
Somme								327,75	2,35E+00	3,08E+00	5,11E-01	18%

Tableau 7.4-20 Analyses radiochimiques des effluents au point BRSO

Activité volumique en Bq/L	BRSO 1 <sup>er</sup> semestre 2016			BRSO 2 <sup>nd</sup> semestre 2016			Activité
	Echantillon acidifié			Echantillon acidifié			Cumul annuel
	soluble	Activité (MBq)	insoluble	soluble	Activité (MBq)	insoluble	Activité (MBq)
	Valeur	V1 = 6,00 m <sup>3</sup>	Valeur	Valeur	V2 = 3,95 m <sup>3</sup>	Valeur	V = 9,95 m <sup>3</sup>
<b>compteur proportionnel</b>							
alpha	1,30E+00 +/- 7,00E-01	7,60E-03	<7,00E-03	1,20E+00 +/- 6,00E-01	4,60E-03	<2,00E-02	1,22E-02
bêta	2,59E+01 +/- 3,40E+00	1,55E-01	<1,00E-02	4,10E+01 +/- 6,00E+00	1,62E-01	<2,00E-02	3,17E-01
<b>Spectrométrie gamma</b>							
<sup>40</sup> K	2,45E+01 +/- 2,00E+00	1,47E-01	7,00E-02 +/- 6,00E-02	2,89E+01 +/- 2,00E+00	1,14E-01	<4,59E-02	2,61E-01
<sup>60</sup> Co	2,13E-02 +/- 4,00E-03	1,28E-04	<3,00E-03	2,30E-02 +/- 4,50E-03	9,10E-05	4,90E-03 +/- 3,10E-03	2,19E-04
<sup>94</sup> Nb	<3,00E-03	1,80E-05	<3,00E-03	<4,00E-03	1,58E-05	<2,62E-03	3,38E-05
<sup>108m</sup> Ag	<3,00E-03	1,80E-05	<3,00E-03	<4,10E-03	1,62E-05	<2,68E-03	3,42E-05
<sup>110m</sup> Ag	<5,00E-03	3,00E-05	<3,00E-03	<6,60E-03	2,61E-05	<2,68E-03	5,61E-05
<sup>129</sup> I	<1,00E-02	6,00E-05	<5,00E-03	<1,77E-02	6,99E-05	<4,70E-03	1,30E-04
<sup>134</sup> Cs	<4,00E-03	2,40E-05	<3,00E-03	<5,40E-03	2,13E-05	<2,67E-03	4,53E-05
<sup>137</sup> Cs	1,14E+01 +/- 9,00E-01	6,80E-02	<3,00E-03	1,38E+01 +/- 1,00E+00	5,44E-02	1,75E-02 +/- 3,50E-03	1,22E-01
<sup>210</sup> Pb	<7,00E-02	4,20E-04	<3,00E-02	<1,07E-01	4,22E-04	<4,40E-02	8,42E-04
<sup>212</sup> Pb	<9,00E-03	5,40E-05	<5,00E-03	<1,26E-02	4,98E-05	<5,28E-03	1,04E-04
<sup>214</sup> Pb	3,50E-01 +/- 1,10E-01	2,10E-03	<5,00E-02	<2,89E-01	1,14E-03	<2,08E-01	3,24E-03
<sup>226</sup> Ra	3,50E-01 +/- 1,10E-01	2,10E-03	<5,00E-02	<2,89E-01	1,14E-03	<2,08E-01	3,24E-03
<sup>228</sup> Ra	<1,00E-02	6,00E-05	<1,00E-02	<1,74E-02	6,87E-05	<1,11E-02	1,29E-04
<sup>234</sup> Th	1,32E+00 +/- 9,00E-02	7,90E-03	<3,00E-02	1,01E+00 +/- 1,70E-01	4,00E-03	<5,16E-02	1,19E-02
<sup>235</sup> U	<6,00E-02	3,60E-04	<3,00E-03	<9,37E-02	3,70E-04	<3,48E-02	7,30E-04
<sup>241</sup> Am	<7,00E-03	4,20E-05	<4,00E-03	<1,10E-02	4,35E-05	<4,23E-03	8,55E-05
<b>Spectrométrie alpha</b>							
<sup>226</sup> Ra	2,10E-02 +/- 1,00E-02	1,20E-04		1,20E-02 +/- 9,00E-03	4,90E-05		1,69E-04
<sup>234</sup> U	1,05E+00 +/- 3,70E-01	6,30E-03	1,40E-04 +/- 5,00E-05	1,07E+00 +/- 3,80E-01	4,20E-03	2,00E-04 +/- 1,00E-04	1,05E-02
<sup>235</sup> U	4,10E-02 +/- 1,50E-02	2,50E-04	<3,00E-05	3,60E-02 +/- 1,40E-02	1,40E-04	<5,00E-05	3,90E-04
<sup>238</sup> U	7,20E-01 +/- 2,50E-01	4,32E-03	8,00E-05 +/- 9,00E-05	7,20E-01 +/- 2,50E-01	2,83E-03	2,00E-04 +/- 2,00E-04	7,15E-03
<sup>238</sup> Pu	<1,00E-03	6,00E-06	<9,00E-04	1,28E-03 +/- 2,00E-04	5,05E-06	2,00E-04 +/- 1,00E-04	1,11E-05
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<5,00E-04	3,00E-06	<4,00E-04	1,09E-03 +/- 2,00E-04	4,29E-06	9,00E-05 +/- 8,00E-05	7,29E-06
<sup>241</sup> Am	<2,00E-04	1,20E-06	<2,00E-04	<2,00E-04	7,90E-07	<2,00E-04	1,99E-06
<sup>244</sup> Cm	<2,00E-04	1,20E-06	<2,00E-04	<2,00E-04	7,90E-07	<2,00E-04	1,99E-06
<b>Scintillation liquide</b>							
<sup>3</sup> H	1,14E+05 +/- 1,40E+04	6,90E+02	<2,00E+00	1,42E+05 +/- 1,50E+04	5,60E+02	1,80E+00 +/- 1,60E+00	1,25E+03
<sup>14</sup> C	6,00E+01 +/- 1,50E+01	3,60E-01	<2,00E-01	7,30E+01 +/- 1,80E+01	2,90E-01	<1,01E-01	6,50E-01
<sup>36</sup> Cl	2,10E-01 +/- 2,00E-01	1,30E-03	<1,00E-01	<2,00E-01	7,90E-04	<9,00E-02	2,09E-03
<sup>63</sup> Ni	9,90E-01 +/- 1,30E-01	5,90E-03	<5,00E-02	<5,00E-02	1,98E-04	<8,50E-02	6,10E-03
<sup>90</sup> Sr	9,00E-02 +/- 6,00E-02	5,40E-04	<3,00E-02	2,30E-01 +/- 6,00E-02	9,00E-04	<2,80E-02	1,44E-03
<sup>99</sup> Tc	<1,00E-01	6,00E-04	<1,00E-01	3,30E-01 +/- 2,00E-01	1,30E-03	<1,60E-01	1,90E-03
<sup>151</sup> Sm	<1,00E-01	6,00E-04	<1,00E-01	<1,50E-01	5,93E-04	<9,00E-02	1,19E-03
<sup>241</sup> Pu	<2,00E-02	1,20E-04	<1,00E-02	<7,12E-03	2,81E-05	<7,37E-03	1,48E-04
<b>Spectrométrie X</b>							
<sup>59</sup> Ni	<1,00E-01	6,00E-04	<3,00E-01	<3,10E-01	1,23E-03	<3,60E-01	1,83E-03
<b>ICP-Masse</b>							
<sup>232</sup> Th	<5,00E-03	3,00E-05	<4,00E-03	<4,80E-03	1,90E-05	<4,67E-03	4,90E-05

Tableau 7.4-21 Analyses physico-chimiques des « effluents à risque » au point BRSO

Prélèvement ponctuel réalisé dans la cuve d'entreposage lors de la vidange (1 cuve par semestre)

	Paramètres	Unités	V1 = 6 m <sup>3</sup>	Flux en kg	V2 = 3,95 m <sup>3</sup>	Flux en kg
	Date de prélèvement		28/06/2016		21/12/2016	
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	8,3 +/- 0,17	-	8,6 +/- 0,17	-
	Température	°C	10 +/- 0,5	-	10 +/- 0,5	-
	Conductivité	µS/cm	4120 +/- 80	-	5100 +/- 100	-
	Redox	mV	460 +/- 23	-	499 +/- 25	-
	Oxygène dissous	mg/L	0,5 +/- 0,1	-	9,9 +/- 0,1	-
	MEST	mg/L	<4	0,012	<2	0,004
	Chlorures	mg/L	70 +/- 3,5	0,42	98 +/- 4,9	0,39
	Calcium	mg/L	39 +/- 2	0,23	23 +/- 1,2	0,091
	Potassium	mg/L	820 +/- 41	4,92	890 +/- 45	3,52
Substances indésirables	Sulfates	mg/L	480 +/- 24	2,9	670 +/- 34	2,7
	Bore	µg/L	350 +/- 18	0,0021	380 +/- 19	0,0015
	Baryum	µg/L	23 +/- 1,2	0,0001	20 +/- 1	0,0001
Substances toxiques	Nickel	µg/L	<5	0	7 +/- 0,6	0
	Zinc	µg/L	16 +/- 0,8	0,0001	<1	0
	Cadmium	µg/L	<1	0	<1	0
	Chrome	µg/L	46 +/- 2,3	0,0003	43 +/- 2,2	0,0002
	Plomb	µg/L	10 +/- 0,5	0,0001	<1	0
	Mercure	µg/L	<0,5	0	<0,5	0
	Uranium	µg/L	60 +/- 3	0,0004	57 +/- 2,9	0,0002
	Cyanures	µg/L	11 +/- 0,6	0,0001	12 +/- 0,6	0
	HAP indéno pyrène	µg/L	<0,01	-	<0,01	-
	HAP benzo (a) pyrène	µg/L	<0,01	-	<0,01	-
	HAP benzo (b)	µg/L	<0,01	-	<0,01	-
	HAP benzo	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	-	0	-	

**Tableau 7.4-22 Analyses physico-chimiques des vidanges de cuves des « effluents à risque » au BRSObis**

Paramètres	Unités	14/01/16	24/02/16	14/04/16	15/09/16	Limites réglementaires au BDS
<b>METAUX LOURDS</b>						
Bore	µg/L	12 +/- 0,6	10 +/- 1,6	19 +/- 1	19 +/- 1	5000
Cadmium	µg/L	<1	<1	<1	<1	20
Chrome	µg/L	<1	<1	<1	<1	50
Mercure	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1
Nickel	µg/L	<5	<5	<5	<5	500
Plomb	µg/L	<1	<1	1 +/- 0,6	<1	50
Uranium	µg/L	<4	<4	<4	<4	50
<b>MICROPOLLUANTS</b>						
Cyanures	µg/L	<5	<5	<5	<5	100
<b>HAP</b>						
Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	50
Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Somme des HAP	µg/L	0	0	0	0	

**Tableau 7.4-23 Analyses radiologiques semestrielles des eaux du réseau de drainage profond aux points de contrôle**

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	BETA hors 40K Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Observations des écoulements
RD003	16/03/2016	Semestrielle	1,70E-02	7,90E-01	0,70 ± 0,11	2,91E+01	3,36E+00	8,0	sec
	25/10/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	-
RD013	16/03/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
	25/10/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	-
RD017	16/03/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
	24/10/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
RD018	16/03/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
	24/10/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
RD019	16/03/2016	Semestrielle	< 3,40E-02	4,80E-01	0,28 ± 0,13	2,54E+03	7,24E+00	8,0	-
	25/10/2016	Semestrielle	7,00E-02	1,79E+00	1,35 ± 0,31	8,30E+01	1,61E+01	8,0	-
RD020	16/03/2016	Semestrielle	3,50E-02	5,90E-01	0,37 ± 0,09	2,35E+03	8,10E+00	8,0	-
	25/10/2016	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	sec
RD021	16/03/2016	Semestrielle	1,20E-01	1,54E+00	1,45 ± 0,20	2,26E+01	3,36E+00	8,0	-
	24/10/2016	Semestrielle	4,80E-01	7,10E+00	7,00 ± 0,80	5,20E+01	3,79E+00	8,0	-
RD022	16/03/2016	Semestrielle	9,70E-02	1,44E+00	1,34 ± 0,19	1,56E+01	3,75E+00	8,0	-
	24/10/2016	Semestrielle	1,70E-01	2,64E+00	2,58 ± 0,32	4,20E+01	2,05E+00	8,0	-
RD023	16/03/2016	Semestrielle	3,00E-02	8,30E-01	0,70 ± 0,12	8,20E+00	4,63E+00	8,0	-
	25/10/2016	Semestrielle	6,30E-02	8,60E-01	0,60 ± 0,12	2,98E+01	9,30E+00	8,0	-
RD024	16/03/2016	Semestrielle	4,20E-02	8,70E-01	0,77 ± 0,12	9,80E+01	3,75E+00	8,0	-
	25/10/2016	Semestrielle	1,04E-01	5,50E-01	0,31 ± 0,09	2,16E+02	8,78E+00	8,0	-

**Tableau 7.4-24 Analyses radiologiques des eaux à l'exutoire du réseau de drainage  
profond (RD12)**

(1/2)

Pas de temps hebdomadaire

POINT	DATE	Fréquence	Tritium Bq/L	pH	Vol. rejeté m <sup>3</sup>	Relâchement tritium MBq
RD12	11/01/16	Hebdomadaire	1,33E+02	7,6	388,9	5,20E+01
	18/01/16	Hebdomadaire	1,26E+02	8,1	127,8	1,61E+01
	25/01/16	Hebdomadaire	2,23E+02	8,3	11,2	2,51E+00
	01/02/16	Hebdomadaire	1,71E+02	8,2	137,2	2,35E+01
	08/02/16	Hebdomadaire	2,37E+02	8,2	129,8	3,08E+01
	15/02/16	Hebdomadaire	1,46E+02	8,1	333,8	4,90E+01
	22/02/16	Hebdomadaire	5,30E+02	8,2	64,6	3,43E+01
	29/02/16	Hebdomadaire	4,44E+02	8,2	94,1	4,20E+01
	07/03/16	Hebdomadaire	7,60E+02	8,0	35,2	2,67E+01
	14/03/16	Hebdomadaire	3,30E+02	7,8	165,3	5,50E+01
	21/03/16	Hebdomadaire	3,33E+02	8,2	4,1	1,38E+00
	28/03/16	Hebdomadaire	3,26E+02	8,0	2,7	8,70E-01
	04/04/16	Hebdomadaire	3,18E+02	8,0	33,8	1,07E+01
	11/04/16	Hebdomadaire	1,41E+02	8,0	1,1	1,58E-01
	18/04/16	Hebdomadaire	1,14E+02	8,3	1,1	1,22E-01
	25/04/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	02/05/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	09/05/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	16/05/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	23/05/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	30/05/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	06/06/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	13/06/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	20/06/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	27/06/16	Hebdomadaire	7,20E+01	8,3	24,9	1,79E+00
	04/07/16	Hebdomadaire	6,30E+01	8,4	4,0	2,51E-01
	11/07/16	Hebdomadaire	8,80E+01	8,4	3,0	2,60E-01
	18/07/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	25/07/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	01/08/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	08/08/16	Hebdomadaire	5,40E+01	8,3	22,7	1,23E+00
	15/08/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	22/08/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	29/08/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	05/09/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	12/09/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	26/09/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	03/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	10/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	17/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	24/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
	31/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR
07/11/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR	
14/11/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR	
21/11/16	Hebdomadaire	4,50E+01	8,1	55,4	2,49E+00	
28/11/16	Hebdomadaire	3,30E+01	8,3	89,5	2,95E+00	
05/12/16	Hebdomadaire	4,40E+01	8,4	1,1	4,70E-02	
12/12/16	Hebdomadaire	1,76E+02	8,4	0,5	9,20E-02	
19/12/16	Hebdomadaire	NR	NR	0,0	NR	
26/12/16	Hebdomadaire	6,50E+01	8,0	4,2	2,76E-01	
02/01/17	Hebdomadaire	5,90E+01	8,1	2,2	1,32E-01	
		<b>Somme</b>			<b>1738</b>	<b>355</b>

**Tableau 7.4-24 : Analyses radiologiques des eaux à l'exutoire du réseau de drainage profond (RD12)**

(2/2)

Pas de temps mensuel

Point	Période	Prélèvement		Analyses							Volumes		Relâchements et flux				
		Date	Durée h	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	Potassium mg/L	pH UpH	Bêta mes Bq/L	MEST mg/L	Volumes m <sup>3</sup>	Débit moyen m <sup>3</sup> /h	Alpha MBq	Bêta MBq	Tritium MBq	Potassium kg	MEST kg
RD012	janvier	01/02/2016	672	2,10E-02	8,40E-01	1,41E+02	3,01E+00	8,1	<1,70E-02	1,80E+00	665,07	0,99	1,40E-02	5,60E-01	9,40E+01	2,00E+00	1,20E+00
	février	29/02/2016	672	3,80E-02	6,90E-01	2,51E+02	4,29E+00	8,4	<1,70E-02	2,40E+00	622,36	0,93	2,40E-02	4,30E-01	1,56E+02	2,67E+00	1,49E+00
	mars	04/04/2016	168	3,90E-02	5,60E-01	4,00E+02	3,57E+00	8,1	<1,70E-02	2,80E+00	241,03	1,43	9,00E-03	1,35E-01	9,60E+01	8,60E-01	6,70E-01
	avril	02/05/2016	672	2,80E-02	5,00E-01	1,20E+02	4,17E+00	8,3	<1,70E-02	6,00E-01	2,19	0,00	6,00E-05	1,10E-03	2,63E-01	9,10E-03	1,31E-03
	mai	30/05/2016	672	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00	0,000	NR	NR	NR	NR	NR
	juin	04/07/2016	840	2,80E-02	6,70E-01	7,40E+01	3,41E+00	7,9	<1,72E-02	6,80E+00	28,88	0,030	8,00E-04	1,93E-02	2,14E+00	9,80E-02	1,96E-01
	juillet	01/08/2016	672	7,30E-02	8,40E-01	9,10E+01	6,25E+00	8,5	<1,70E-02	1,20E+00	2,96	0,00	2,20E-04	2,49E-03	2,69E-01	1,85E-02	3,60E-03
	août	29/08/2016	672	7,70E-02	9,70E-01	5,60E+01	6,30E+00	8,5	<1,70E-02	3,00E+00	22,69	0,03	1,70E-03	2,20E-02	1,27E+00	1,43E-01	6,80E-02
	septembre	03/10/2016	840	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00	0,00	NR	NR	NR	NR	NR
	octobre	31/10/2016	672	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,00	0,00	NR	NR	NR	NR	NR
	novembre	28/11/2016	672	5,60E-02	1,04E+00	4,10E+01	5,49E+00	8,6	1,80E-02	2,40E+00	144,88	0,22	8,10E-03	1,51E-01	5,90E+00	8,00E-01	3,48E-01
	décembre	02/01/2017	840	6,00E-02	8,60E-01	7,00E+01	6,80E+00	8,4	<1,66E-02	2,20E+00	8,05	0,01	4,80E-04	6,90E-03	5,60E-01	5,47E-02	1,77E-02
<b>Somme</b>											<b>1738,11</b>		<b>5,84E-02</b>	<b>1,33E+00</b>	<b>3,56E+02</b>	<b>6,65E+00</b>	<b>3,99E+00</b>

Tableau 7.4-25 Analyses physico-chimiques des eaux de drainage profond en RD12

Prélèvements réalisés lors des campagnes hautes et basses eaux						
	Paramètres	Unités	18/01/2016	Flux en kg	27/09/2016	Flux en kg
	Date de prélèvement					
Structure naturelle des eaux	pH	UpH	8,1 +/- 0,05	-	8,3 +/- 0,05	-
	Température	°C	11 +/- 0,50	-	13 +/- 0,5	-
	Conductivité	µS/cm	343 +/- 7	-	460 +/- 9	-
	Redox	mV	515 +/- 26	-	459 +/- 23	-
	O2 dissous	mgO2/L	9,1 +/- 0,1	-	10,6 +/- 0,1	-
	MEST	mg/L	<2	-	<2	-
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur un mois</b>			<b>Mars</b>	<b>V1 = 1559,53 m<sup>3</sup></b>	<b>Novembre</b>	<b>V2 = 178,58 m<sup>3</sup></b>
Paramètres physico-chimiques	Chlorures	mg/L	30 +/- 1,5	50	38 +/- 1,9	6,8
	Calcium	mg/L	86 +/- 4,3	66	48 +/- 2,4	8,6
	Potassium	mg/L	2,6 +/- 0,13	5,9	4,2 +/- 0,21	0,8
Substances indésirables	Sulfates	mg/L	130 +/- 7	28,1	26 +/- 1,3	4,6
	Baryum	µg/L	28 +/- 1,4	-	-	-
Substances toxiques	Mercure	µg/L	<0,5	0,0004	<0,5	0
	Uranium	µg/L	<4	0,0031	<4	0,0004
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur six mois</b>			<b>Semestre 1</b>		<b>Semestre 2</b>	
Substances indésirables	Bore	µg/L	16 +/- 0,8	0,025	23 +/- 1,2	0,0041
Substances toxiques	Nickel	µg/L	<5	0,0039	<5	0,0004
	Cadmium	µg/L	<1	0,0008	<1	0,0001
	Plomb	µg/L	7 +/- 0,35	0,0109	<1	0,0001
	Chrome	µg/L	<1	0,0008	<1	0,0001

Tableau 7.4-26 Calcul des ordres de grandeurs caractérisant les piézomètres du CSM

piézo	Moy Alpha Bq/L	Min Alpha Bq/L	Max alpha Bq/L	Moy Beta Bq/L	Min Beta Bq/L	Max bêta Bq/L	Moy tritium Bq/L	Min tritium Bq/L	Max tritium Bq/L
PO001	0,14	0,07	0,22	0,2	0,16	0,24	4,9	2,7	7,4
PO031	0,05	0,05	0,05	0,17	0,16	0,17	2,6	2,1	3,1
PO113	0,02	0,01	0,04	0,15	0,11	0,2	135	43	401
PO114	0,13	0,07	0,21	0,28	0,2	0,41	541	302	710
PO115	0,04	0,01	0,07	0,18	0,14	0,23	55	43	92
PO116	0,02	0,01	0,04	0,09	0,04	0,12	2,6	2,1	5,1
PO117	0,03	0,01	0,06	0,19	0,14	0,23	989	580	1180
PO120	0,21	0,12	0,37	0,46	0,25	0,57	14825	7400	19100
PO131	0,19	0,16	0,24	0,45	0,39	0,61	71500	66000	78000
PO132	0,08	0,06	0,12	0,21	0,17	0,26	2248	1650	3300
PO133	0,06	0,05	0,08	0,13	0,11	0,16	590	223	1170
PO134	0,03	0,01	0,04	0,13	0,09	0,22	195	90	427
PO135	0,03	0,02	0,05	0,1	0,07	0,13	712	409	1100
PO136	0,05	0,02	0,06	0,21	0,13	0,29	1689	103	4700
PO137	0,02	0,01	0,07	0,22	0,16	0,29	5617	5200	6000
PO138	0,02	0,01	0,04	0,23	0,2	0,26	587	510	770
PO139	0,04	0,02	0,1	0,31	0,18	0,48	973	263	1790
PO140	0,03	0,02	0,05	0,4	0,23	0,58	2268	1130	4100
PO142	0,04	0,02	0,06	0,17	0,14	0,22	202	68	510
PO143	0,22	0,05	0,48	0,38	0,15	0,73	1510	289	2930
PO150	0,28	0,13	0,57	0,52	0,22	0,77	25	15	32
PO151	0,04	0,02	0,05	0,11	0,07	0,13	3,5	2,1	6,2
PO152	0,03	0,01	0,04	0,06	0,05	0,09	60	33	81
PO153	0,04	0,02	0,06	0,16	0,1	0,18	534	250	820
PO154	0,44	0,27	0,88	0,68	0,42	1,13	11,3	6,4	16,3
PO155	0,1	0,06	0,14	0,16	0,12	0,21	28	9,1	46
PO156	0,43	0,28	0,59	0,57	0,42	0,7	402	103	670
PO157	0,05	0,03	0,07	0,13	0,1	0,18	70	14	136
PO158	0,1	0,07	0,15	0,2	0,16	0,26	11	2	34
PO159	0,07	0,04	0,09	0,14	0,1	0,18	5,5	3,1	7,5
PO160	0,3	0,23	0,36	0,27	0,25	0,28	3,0	2,3	3,6
PO161	0,42	0,2	0,63	0,55	0,44	0,65	2,4	2,1	2,6
PO162	0,15	0,07	0,24	0,31	0,23	0,38	2,3	2,3	2,3
PO165	0,09	0,04	0,14	0,18	0,11	0,26	2,6	2,1	3,5
PO166	0,04	0,01	0,06	0,14	0,11	0,2	45	6	68
PO167	0,02	0,01	0,04	0,09	0,06	0,13	106	99	116
PO168	0,05	0,03	0,08	0,27	0,17	0,39	39	14	53
PO170	0,43	0,3	0,57	0,55	0,54	0,55	2,2	2,2	2,2
PO171	0,13	0,05	0,38	0,18	0,12	0,34	72	59	105
PO172	0,04	0,02	0,08	0,12	0,09	0,15	165	156	182
PO173	0,06	0,02	0,09	0,14	0,09	0,18	2,3	2,1	3,3
PO174	0,29	0,08	0,75	0,57	0,19	1,35	15	12	18
PO175	0,37	0,35	0,39	0,66	0,62	0,7	2,2	2,2	2,2
PO176	0,27	0,15	0,38	0,38	0,25	0,51	2,2	2,2	2,2
PO177	0,04	0,04	0,05	0,13	0,13	0,14	3,8	2,3	5,2
PO178	0,07	0,06	0,08	0,19	0,12	0,25	4,8	4,3	5,3
PO179	0,11	0,06	0,15	0,24	0,2	0,27	2,1	2,1	2,1
PO180	0,15	0,06	0,22	0,33	0,18	0,42	1573	1120	2070
PZ321	0,04	0,03	0,08	0,13	0,07	0,18	109	52	180
PZ322	0,06	0,03	0,27	0,16	0,07	0,5	371	7	980
PZ324	0,03	0,03	0,05	0,08	0,07	0,11	14	7	19
PZ326	0,06	0,03	0,29	0,12	0,07	0,46	193	65	360
PZ340	0,06	0,03	0,15	0,09	0,07	0,18	43	38	47
PZ355	0,17	0,16	0,18	0,27	0,24	0,29	4,5	4,0	5,0
PZ358	0,15	0,05	0,22	0,17	0,1	0,26	4325	4100	4600
PZ359	0,16	0,05	0,23	0,29	0,18	0,4	9,3	4,3	13
PZ371	0,27	0,13	0,46	0,5	0,31	0,65	1429	1090	1800
PZ379	0,03	0,03	0,05	0,09	0,07	0,21	70	54	90
PZ700	0,03	0,03	0,04	0,1	0,07	0,16	381	210	510
PZ702	0,13	0,04	0,31	0,25	0,09	0,45	1161	113	1580
PZ705	0,04	0,03	0,06	0,16	0,1	0,22	4,3	4,2	4,4
PZ711	0,22	0,03	0,62	0,48	0,1	1,7	12	4,5	19
PZ712	0,05	0,03	0,08	0,09	0,07	0,15	5,6	4,0	9,0
PZ715	0,04	0,03	0,12	0,16	0,07	0,53	1307	1040	1610
Min		0,01			0,04			2,1	
Max			0,9			1,7			78000
Moyenne	0,12			0,25			1832		

**Tableau 7.4-27 Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre**  
(1/4)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO001	07/01/2016	Mensuelle	2,20E-01	2,40E-01	5,00E+00	9,20E-01	5,0	165,40	4,93E+00
	03/02/2016	Mensuelle	1,80E-01	2,30E-01	5,20E+00	1,37E+00	6,0	166,14	
	02/03/2016	Mensuelle	1,60E-01	2,20E-01	3,40E+00	1,05E+00	5,0	166,89	
	01/04/2016	Mensuelle	1,50E-01	1,58E-01	4,90E+00	1,04E+00	5,0	166,26	
	02/05/2016	Mensuelle	7,00E-02	2,20E-01	5,10E+00	9,70E-01	5,0	165,18	
	03/06/2016	Mensuelle	1,01E-01	1,65E-01	5,20E+00	8,90E-01	6,0	164,04	
	05/07/2016	Mensuelle	1,30E-01	1,80E-01	2,70E+00	1,12E+00	6,0	164,14	
	04/08/2016	Mensuelle	1,14E-01	1,90E-01	6,10E+00	1,20E+00	5,0	163,66	
	01/09/2016	Mensuelle	1,40E-01	1,90E-01	7,40E+00	1,75E+00	6,0	163,25	
	05/10/2016	Mensuelle	1,20E-01	1,57E-01	4,30E+00	7,50E-01	5,0	162,72	
	02/11/2016	Mensuelle	1,23E-01	2,20E-01	4,40E+00	8,90E-01	5,0	162,34	
01/12/2016	Mensuelle	1,30E-01	2,40E-01	5,50E+00	9,60E-01	5,0	162,97		
PO031	02/02/2016	Semestrielle	5,20E-02	1,69E-01	< 2,10E+00	1,89E+00	6,0	166,06	2,60E+00
	04/08/2016	Semestrielle	4,50E-02	1,63E-01	3,10E+00	2,33E+00	5,0	163,59	
PO120	06/01/2016	Mensuelle	1,20E-01	2,50E-01	1,87E+04	7,50E-01	5,0	147,56	1,48E+04
	02/02/2016	Mensuelle	1,20E-01	4,40E-01	1,45E+04	7,70E-01	5,0	148,42	
	02/03/2016	Mensuelle	2,50E-01	4,70E-01	7,40E+03	8,80E-01	5,0	148,93	
	05/04/2016	Mensuelle	3,70E-01	5,70E-01	8,60E+03	8,60E-01	5,0	148,40	
	02/05/2016	Mensuelle	2,20E-01	4,80E-01	8,80E+03	8,00E-01	5,0	147,55	
	02/06/2016	Mensuelle	1,90E-01	3,80E-01	1,31E+04	7,20E-01	6,0	146,71	
	05/07/2016	Mensuelle	1,90E-01	5,20E-01	1,82E+04	7,00E-01	6,0	146,78	
	04/08/2016	Mensuelle	1,80E-01	4,80E-01	1,83E+04	7,70E-01	8,0	146,51	
	01/09/2016	Mensuelle	2,00E-01	4,30E-01	1,52E+04	7,30E-01	6,0	146,34	
	04/10/2016	Mensuelle	2,10E-01	4,90E-01	1,70E+04	7,50E-01	5,0	146,04	
	03/11/2016	Mensuelle	2,50E-01	5,40E-01	1,91E+04	7,00E-01	5,0	145,76	
02/12/2016	Mensuelle	2,40E-01	4,30E-01	1,90E+04	6,90E-01	5,0	146,37		
PO131	02/02/2016	Bimestrielle	1,70E-01	3,90E-01	7,80E+04	1,80E+00	6,0	151,50	7,15E+04
	05/04/2016	Bimestrielle	2,40E-01	4,30E-01	6,90E+04	2,32E+00	6,0	151,34	
	02/06/2016	Bimestrielle	1,60E-01	4,60E-01	6,60E+04	2,50E+00	6,0	150,41	
	04/08/2016	Bimestrielle	1,70E-01	4,30E-01	6,70E+04	2,45E+00	6,0	150,43	
	04/10/2016	Bimestrielle	2,00E-01	6,10E-01	7,60E+04	2,31E+00	6,0	150,19	
02/12/2016	Bimestrielle	2,00E-01	4,00E-01	7,30E+04	2,09E+00	6,0	150,50		
PO132	02/02/2016	Bimestrielle	8,20E-02	2,20E-01	1,73E+03	7,70E-01	5,0	147,39	2,25E+03
	05/04/2016	Bimestrielle	8,40E-02	2,60E-01	1,65E+03	7,70E-01	5,0	147,06	
	02/06/2016	Bimestrielle	7,30E-02	1,70E-01	2,64E+03	7,20E-01	5,0	145,25	
	04/08/2016	Bimestrielle	1,20E-01	1,80E-01	2,10E+03	7,90E-01	5,0	145,34	
	04/10/2016	Bimestrielle	6,20E-02	2,00E-01	3,30E+03	7,50E-01	6,0	144,52	
02/12/2016	Bimestrielle	8,10E-02	2,10E-01	2,07E+03	6,10E-01	5,0	145,03		
PO133	04/02/2016	Bimestrielle	5,50E-02	1,15E-01	2,23E+02	1,63E+00	6,0	147,40	5,90E+02
	05/04/2016	Bimestrielle	6,30E-02	1,35E-01	3,69E+02	1,67E+00	6,0	146,99	
	02/06/2016	Bimestrielle	6,00E-02	1,31E-01	3,58E+02	1,68E+00	6,0	145,16	
	04/08/2016	Bimestrielle	4,70E-02	1,61E-01	5,20E+02	1,80E+00	6,0	145,29	
	05/10/2016	Bimestrielle	5,10E-02	1,05E-01	9,00E+02	1,79E+00	6,0	144,42	
01/12/2016	Bimestrielle	8,10E-02	1,35E-01	1,17E+03	1,36E+00	6,0	144,95		
PO134	06/01/2016	Mensuelle	1,60E-02	1,25E-01	9,00E+01	1,96E+00	5,0	146,09	1,95E+02
	04/02/2016	Mensuelle	< 1,40E-02	1,65E-01	1,31E+02	1,98E+00	6,0	146,47	
	02/03/2016	Mensuelle	2,00E-02	1,13E-01	1,48E+02	2,06E+00	6,0	146,25	
	05/04/2016	Mensuelle	4,20E-02	2,20E-01	1,74E+02	2,13E+00	6,0	145,79	
	02/05/2016	Mensuelle	1,90E-02	1,19E-01	1,81E+02	2,12E+00	6,0	144,92	
	02/06/2016	Mensuelle	4,20E-02	1,21E-01	1,96E+02	2,23E+00	6,0	144,23	
	05/07/2016	Mensuelle	3,00E-02	9,00E-02	1,97E+02	2,15E+00	6,0	144,85	
	04/08/2016	Mensuelle	2,60E-02	1,27E-01	2,12E+02	2,18E+00	6,0	145,28	
	01/09/2016	Mensuelle	3,30E-02	9,00E-02	2,23E+02	2,28E+00	6,0	144,08	
	04/10/2016	Mensuelle	< 1,40E-02	9,30E-02	2,53E+02	2,21E+00	6,0	143,83	
	02/11/2016	Mensuelle	1,70E-02	1,44E-01	4,27E+02	2,08E+00	6,0	143,62	
06/12/2016	Mensuelle	3,20E-02	1,51E-01	1,07E+02	1,64E+00	6,0	144,24		
PO135	04/02/2016	Bimestrielle	3,10E-02	6,80E-02	4,09E+02	5,20E-01	6,0	153,99	7,12E+02
	05/04/2016	Bimestrielle	2,00E-02	7,20E-02	4,34E+02	5,00E-01	6,0	153,28	
	02/06/2016	Bimestrielle	5,10E-02	1,02E-01	9,50E+02	9,80E-01	6,0	151,94	
	04/08/2016	Bimestrielle	4,00E-02	1,33E-01	8,80E+02	5,40E-01	6,0	152,08	
	04/10/2016	Bimestrielle	4,70E-02	1,30E-01	1,10E+03	5,40E-01	6,0	151,86	
01/12/2016	Bimestrielle	1,80E-02	9,20E-02	4,99E+02	4,30E-01	6,0	152,63		

Tableau 7.4-27 : Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre

(2/4)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA	BETA	TRITIUM	K	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium Bq/L
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L			
PO1 36	07/01/16	Mensuelle	6,30E-02	2,60E-01	1,03E+02	2,96E+00	5,0	145,82	1,69E+03
	04/02/16	Mensuelle	5,80E-02	2,70E-01	2,46E+03	3,08E+00	6,0	146,39	
	03/03/16	Mensuelle	5,00E-02	2,60E-01	4,70E+03	3,41E+00	5,0	146,28	
	05/04/16	Mensuelle	4,80E-02	2,90E-01	4,10E+03	3,27E+00	6,0	145,84	
	04/05/16	Mensuelle	4,00E-02	2,00E-01	4,60E+03	2,31E+00	6,0	144,80	
	03/06/16	Mensuelle	3,70E-02	1,75E-01	8,10E+02	2,59E+00	6,0	144,14	
	07/07/16	Mensuelle	4,70E-02	1,80E-01	6,20E+02	2,70E+00	6,0	144,52	
	04/08/16	Mensuelle	2,80E-02	2,00E-01	4,80E+02	2,73E+00	6,0	144,69	
	01/09/16	Mensuelle	5,80E-02	1,48E-01	4,70E+02	2,92E+00	6,0	143,83	
	05/10/16	Mensuelle	5,10E-02	1,34E-01	9,10E+02	2,52E+00	6,0	143,45	
	02/11/16	Mensuelle	2,40E-02	2,00E-01	6,50E+02	2,38E+00	6,0	143,29	
01/12/16	Mensuelle	4,20E-02	1,90E-01	3,60E+02	2,47E+00	6,0	144,06		
PO1 37	07/01/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,00E-01	6,00E+03	1,96E+00	6,0	145,96	5,62E+03
	04/02/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,10E-01	6,00E+03	2,07E+00	6,0	147,26	
	03/03/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,62E-01	5,80E+03	1,88E+00	6,0	147,48	
	05/04/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,62E-01	5,80E+03	2,22E+00	6,0	146,77	
	04/05/16	Mensuelle	1,60E-02	2,50E-01	5,80E+03	2,22E+00	6,0	145,47	
	03/06/16	Mensuelle	2,30E-02	2,20E-01	5,20E+03	2,23E+00	6,0	144,38	
	07/07/16	Mensuelle	4,00E-02	2,20E-01	5,30E+03	2,24E+00	7,0	144,47	
	04/08/16	Mensuelle	3,10E-02	2,20E-01	5,50E+03	2,51E+00	6,0	144,22	
	01/09/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,50E-01	5,20E+03	2,28E+00	6,0	143,76	
	05/10/16	Mensuelle	6,80E-02	2,90E-01	5,40E+03	2,21E+00	6,0	143,28	
	02/11/16	Mensuelle	< 1,80E-02	2,00E-01	5,60E+03	2,18E+00	6,0	142,96	
01/12/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,20E-01	5,80E+03	2,09E+00	6,0	143,80		
PO1 38	07/01/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,60E-01	7,70E+02	2,77E+00	6,0	145,86	5,87E+02
	03/02/16	Mensuelle	2,70E-02	2,20E-01	6,50E+02	2,98E+00	6,0	147,52	
	03/03/16	Mensuelle	2,00E-02	2,20E-01	5,70E+02	2,95E+00	6,0	147,92	
	05/04/16	Mensuelle	1,90E-02	2,50E-01	6,40E+02	3,27E+00	6,0	147,03	
	04/05/16	Mensuelle	2,30E-02	2,40E-01	5,70E+02	3,05E+00	6,0	145,48	
	03/06/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,20E-01	5,50E+02	3,16E+00	6,0	144,17	
	07/07/16	Mensuelle	4,00E-02	2,00E-01	5,60E+02	2,88E+00	6,0	144,09	
	04/08/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,50E-01	5,10E+02	3,11E+00	6,0	143,68	
	01/09/16	Mensuelle	2,00E-02	2,20E-01	5,20E+02	3,21E+00	6,0	143,35	
	05/10/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,00E-01	5,30E+02	3,24E+00	6,0	142,80	
	02/11/16	Mensuelle	2,40E-02	2,10E-01	5,60E+02	3,08E+00	6,0	142,42	
01/12/16	Mensuelle	< 1,40E-02	2,30E-01	6,10E+02	2,49E+00	6,0	143,25		
PO1 39	07/01/16	Mensuelle	9,70E-02	4,80E-01	2,63E+02	3,61E+00	6,0	145,84	9,73E+02
	03/02/16	Mensuelle	9,90E-02	4,40E-01	7,30E+02	3,74E+00	6,0	147,51	
	03/03/16	Mensuelle	4,40E-02	3,70E-01	9,80E+02	3,13E+00	6,0	147,91	
	04/04/16	Mensuelle	2,70E-02	2,40E-01	1,15E+03	2,69E+00	6,0	147,11	
	04/05/16	Mensuelle	2,30E-02	1,90E-01	1,18E+03	2,31E+00	6,0	145,48	
	03/06/16	Mensuelle	3,00E-02	1,80E-01	1,13E+03	2,50E+00	6,0	144,14	
	07/07/16	Mensuelle	4,00E-02	2,20E-01	1,30E+03	2,60E+00	6,0	144,05	
	04/08/16	Mensuelle	2,10E-02	2,90E-01	1,03E+03	2,83E+00	6,0	143,65	
	01/09/16	Mensuelle	6,10E-02	3,70E-01	8,90E+02	3,11E+00	6,0	143,32	
	05/10/16	Mensuelle	1,70E-02	3,20E-01	6,40E+02	3,03E+00	6,0	142,75	
	02/11/16	Mensuelle	1,70E-02	3,20E-01	5,90E+02	2,88E+00	6,0	142,37	
01/12/16	Mensuelle	5,60E-02	3,00E-01	1,79E+03	2,40E+00	6,0	143,20		
PO1 40	07/01/16	Mensuelle	4,30E-02	3,80E-01	3,21E+03	2,23E+00	6,0	145,89	2,27E+03
	03/02/16	Mensuelle	3,10E-02	5,70E-01	1,23E+03	2,61E+00	6,0	147,54	
	03/03/16	Mensuelle	2,00E-02	5,40E-01	1,13E+03	2,68E+00	6,0	148,03	
	04/04/16	Mensuelle	3,50E-02	5,80E-01	1,29E+03	2,79E+00	6,0	147,30	
	04/05/16	Mensuelle	3,00E-02	5,40E-01	1,36E+03	2,68E+00	6,0	145,70	
	03/06/16	Mensuelle	3,70E-02	4,40E-01	1,35E+03	2,87E+00	6,0	144,43	
	07/07/16	Mensuelle	3,60E-02	3,50E-01	1,87E+03	2,60E+00	7,0	144,38	
	04/08/16	Mensuelle	4,50E-02	3,10E-01	2,23E+03	2,55E+00	6,0	143,98	
	01/09/16	Mensuelle	3,60E-02	3,50E-01	2,37E+03	2,74E+00	6,0	143,66	
	05/10/16	Mensuelle	2,80E-02	2,60E-01	3,07E+03	2,52E+00	6,0	143,10	
	02/11/16	Mensuelle	2,40E-02	2,50E-01	4,10E+03	2,28E+00	6,0	142,74	
01/12/16	Mensuelle	2,70E-02	2,30E-01	4,00E+03	2,28E+00	6,0	143,58		
PO1 42	03/02/16	Bimestrielle	3,70E-02	2,20E-01	5,10E+02	1,80E+00	6,0	152,72	2,02E+02
	04/04/16	Bimestrielle	4,80E-02	1,71E-01	8,40E+01	2,32E+00	6,0	153,30	
	03/06/16	Bimestrielle	3,50E-02	1,70E-01	6,80E+01	2,23E+00	6,0	149,21	
	04/08/16	Bimestrielle	5,90E-02	1,76E-01	1,02E+02	2,33E+00	5,0	148,43	
	05/10/16	Bimestrielle	2,10E-02	1,43E-01	2,33E+02	2,10E+00	6,0	146,92	
	01/12/16	Bimestrielle	5,90E-02	1,48E-01	2,17E+02	1,83E+00	6,0	147,36	

Tableau 7.4-27 : Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre

(3/4)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO143	03/02/16	Bimestrielle	1,70E-01	3,10E-01	9,10E+02	1,02E+00	5,5	154,96	1,51E+03
	01/04/16	Bimestrielle	5,50E-02	1,70E-01	2,89E+02	9,50E-01	5,4	154,82	
	03/06/16	Bimestrielle	5,00E-02	1,50E-01	1,06E+03	1,33E+00	5,6	151,49	
	04/08/16	Bimestrielle	3,30E-01	4,80E-01	2,93E+03	1,11E+00	5,6	151,07	
	05/10/16	Bimestrielle	4,80E-01	7,30E-01	2,66E+03	1,06E+00	5,5	149,80	
	01/12/16	Bimestrielle	2,30E-01	4,60E-01	1,21E+03	8,70E-01	5,6	150,23	
PO150	02/02/16	Bimestrielle	1,30E-01	3,50E-01	1,51E+01	1,71E+00	6,8	157,34	2,49E+01
	05/04/16	Bimestrielle	2,70E-01	7,20E-01	2,31E+01	2,32E+00	6,3	156,79	
	02/06/16	Bimestrielle	2,50E-01	5,50E-01	3,00E+01	1,77E+00	6,1	155,32	
	04/08/16	Bimestrielle	2,10E-01	2,20E-01	2,34E+01	1,81E+00	6,6	155,43	
	04/10/16	Bimestrielle	2,50E-01	5,00E-01	3,20E+01	2,21E+00	6,3	154,92	
	05/12/16	Bimestrielle	5,70E-01	7,70E-01	2,59E+01	2,76E+00	6,1	155,33	
PO151	02/02/16	Bimestrielle	2,60E-02	1,25E-01	< 2,10E+00	7,70E-01	6,1	157,08	3,50E+00
	05/04/16	Bimestrielle	2,10E-02	1,18E-01	3,10E+00	8,60E-01	5,9	156,58	
	02/06/16	Bimestrielle	5,10E-02	1,31E-01	< 2,20E+00	8,90E-01	6,0	155,24	
	04/08/16	Bimestrielle	3,60E-02	9,80E-02	6,20E+00	9,40E-01	6,1	155,33	
	04/10/16	Bimestrielle	4,70E-02	7,30E-02	2,70E+00	9,60E-01	5,0	154,88	
	05/12/16	Bimestrielle	4,10E-02	1,14E-01	4,70E+00	7,10E-01	5,9	155,30	
PO152	02/02/16	Bimestrielle	< 1,40E-02	5,20E-02	6,10E+01	1,02E+00	6,4	157,07	6,03E+01
	05/04/16	Bimestrielle	1,70E-02	4,70E-02	7,10E+01	1,04E+00	6,2	156,58	
	02/06/16	Bimestrielle	2,10E-02	5,00E-02	8,10E+01	9,80E-01	6,2	155,25	
	04/08/16	Bimestrielle	2,90E-02	6,40E-02	5,80E+01	1,12E+00	6,0	155,35	
	04/10/16	Bimestrielle	3,50E-02	6,60E-02	5,80E+01	1,06E+00	6,2	154,90	
	05/12/16	Bimestrielle	3,60E-02	9,10E-02	3,25E+01	8,90E-01	6,2	155,34	
PO153	02/02/16	Bimestrielle	1,80E-02	1,72E-01	4,42E+02	3,17E+00	6,8	156,66	5,34E+02
	05/04/16	Bimestrielle	2,70E-02	9,60E-02	3,60E+02	3,27E+00	7,0	155,68	
	02/06/16	Bimestrielle	5,30E-02	1,80E-01	6,00E+02	3,25E+00	6,7	154,37	
	04/08/16	Bimestrielle	6,30E-02	1,80E-01	8,20E+02	3,63E+00	6,7	155,36	
	04/10/16	Bimestrielle	2,50E-02	1,62E-01	7,30E+02	3,44E+00	6,5	154,01	
	05/12/16	Bimestrielle	4,90E-02	1,65E-01	2,50E+02	2,59E+00	6,5	154,76	
PO154	03/02/16	Bimestrielle	3,20E-01	6,40E-01	9,80E+00	6,48E+00	7,5	159,52	1,13E+01
	01/04/16	Bimestrielle	4,40E-01	7,00E-01	6,40E+00	5,86E+00	7,2	157,91	
	03/06/16	Bimestrielle	3,00E-01	4,20E-01	1,63E+01	3,06E+00	6,6	154,63	
	04/08/16	Bimestrielle	2,70E-01	5,20E-01	1,26E+01	4,09E+00	6,6	154,91	
	05/10/16	Bimestrielle	8,80E-01	1,13E+00	1,14E+01	3,95E+00	6,0	153,87	
	01/12/16	Bimestrielle	4,50E-01	6,60E-01	1,12E+01	4,22E+00	6,5	155,14	
PO155	04/02/16	Bimestrielle	5,50E-02	1,27E-01	1,73E+01	8,50E-01	6,1	159,06	2,82E+01
	04/04/16	Bimestrielle	1,30E-01	2,10E-01	9,10E+00	8,60E-01	6,1	158,35	
	03/06/16	Bimestrielle	8,30E-02	1,76E-01	2,56E+01	7,20E-01	6,6	155,39	
	03/08/16	Bimestrielle	9,50E-02	1,51E-01	3,60E+01	8,70E-01	5,9	155,45	
	05/10/16	Bimestrielle	8,80E-02	1,23E-01	3,50E+01	7,50E-01	6,1	154,60	
	06/12/16	Bimestrielle	1,40E-01	2,00E-01	4,60E+01	6,10E-01	6,2	155,38	
PO156	04/02/16	Bimestrielle	2,80E-01	6,00E-01	1,22E+02	1,28E+00	5,8	159,23	4,02E+02
	04/04/16	Bimestrielle	4,60E-01	7,00E-01	1,03E+02	1,40E+00	5,8	158,55	
	03/06/16	Bimestrielle	4,40E-01	6,30E-01	4,40E+02	8,00E-01	5,8	155,61	
	03/08/16	Bimestrielle	4,80E-01	4,20E-01	6,20E+02	8,50E-01	5,8	155,66	
	05/10/16	Bimestrielle	5,90E-01	6,20E-01	6,70E+02	8,50E-01	5,8	154,79	
	06/12/16	Bimestrielle	3,30E-01	4,20E-01	4,54E+02	7,80E-01	5,8	155,56	
PO157	04/02/16	Bimestrielle	5,50E-02	1,80E-01	1,43E+01	1,89E+00	6,8	160,94	7,02E+01
	04/04/16	Bimestrielle	5,10E-02	1,45E-01	3,50E+01	1,85E+00	6,6	160,02	
	03/06/16	Bimestrielle	3,70E-02	1,10E-01	9,60E+01	1,51E+00	6,7	157,30	
	03/08/16	Bimestrielle	7,00E-02	1,15E-01	6,70E+01	1,71E+00	6,6	157,78	
	05/10/16	Bimestrielle	2,50E-02	9,50E-02	1,36E+02	1,37E+00	6,5	156,30	
	06/12/16	Bimestrielle	5,70E-02	1,61E-01	7,30E+01	1,17E+00	6,5	157,13	
PO158	04/02/16	Bimestrielle	7,20E-02	1,57E-01	4,70E+00	8,50E-01	6,6	161,22	1,09E+01
	04/04/16	Bimestrielle	7,10E-02	1,77E-01	< 2,20E+00	9,50E-01	6,5	160,46	
	03/06/16	Bimestrielle	7,40E-02	2,00E-01	3,60E+00	8,90E-01	6,6	157,61	
	03/08/16	Bimestrielle	1,19E-01	2,10E-01	1,61E+01	1,03E+00	6,5	158,25	
	05/10/16	Bimestrielle	1,12E-01	2,60E-01	4,70E+00	9,60E-01	6,6	156,67	
	06/12/16	Bimestrielle	1,50E-01	2,10E-01	3,40E+01	8,00E-01	6,5	157,92	
PO159	04/02/16	Bimestrielle	7,20E-02	1,80E-01	4,10E+00	1,28E+00	6,5	161,39	5,50E+00
	04/04/16	Bimestrielle	7,30E-02	1,01E-01	5,20E+00	1,40E+00	6,8	160,54	
	03/06/16	Bimestrielle	7,40E-02	1,37E-01	5,90E+00	1,68E+00	6,9	157,52	
	03/08/16	Bimestrielle	8,70E-02	1,18E-01	7,20E+00	1,29E+00	6,2	158,25	
	05/10/16	Bimestrielle	4,40E-02	1,65E-01	7,50E+00	1,17E+00	6,3	156,58	
	06/12/16	Bimestrielle	8,00E-02	1,48E-01	3,10E+00	9,80E-01	6,3	158,05	
PO160	04/02/16	Semestrielle	2,30E-01	2,50E-01	3,60E+00	6,90E-01	5,7	161,46	< 2,95E+00
	03/08/16	Semestrielle	3,60E-01	2,80E-01	< 2,30E+00	9,40E-01	5,8	157,71	

Tableau 7.4-27 : Analyses radiologiques des eaux souterraines sous-jacentes au Centre

(4/4)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PO1 61	04/02/16	Semestrielle	2,00E-01	4,40E-01	< 2,10E+00	4,40E-01	5,8	161,44	2,35E+00
	03/08/16	Semestrielle	6,30E-01	6,50E-01	< 2,60E+00	1,20E+00	5,8	157,68	
PO1 62	03/02/16	Semestrielle	< 6,60E-02	2,30E-01	< 2,30E+00	1,02E+00	5,9	161,02	2,30E+00
	03/08/16	Semestrielle	2,40E-01	3,80E-01	< 2,30E+00	8,50E-01	6,0	157,52	
PO1 70	02/02/16	Semestrielle	5,70E-01	5,50E-01	< 2,20E+00	1,80E+00	5,0	165,99	2,20E+00
	04/08/16	Semestrielle	3,00E-01	5,40E-01	< 2,20E+00	1,63E+00	5,1	163,50	
PO1 71	02/02/16	Bimestrielle	8,70E-02	1,75E-01	5,90E+01	1,71E+00	6,1	152,53	7,15E+01
	05/04/16	Bimestrielle	7,20E-02	1,34E-01	6,00E+01	1,95E+00	6,2	152,46	
	03/06/16	Bimestrielle	5,10E-02	1,45E-01	7,20E+01	1,86E+00	6,3	152,26	
	04/08/16	Bimestrielle	7,80E-02	1,36E-01	1,05E+02	2,06E+00	6,1	152,20	
	05/10/16	Bimestrielle	8,30E-02	1,21E-01	6,70E+01	1,79E+00	6,2	152,13	
PO1 72	01/12/16	Bimestrielle	3,80E-01	3,40E-01	6,60E+01	1,45E+00	6,2	152,22	1,65E+02
	06/01/16	Mensuelle	5,00E-02	1,09E-01	1,80E+02	1,61E+00	6,2	152,12	
	02/02/16	Mensuelle	5,80E-02	1,30E-01	1,82E+02	1,71E+00	6,7	152,24	
	02/03/16	Mensuelle	4,30E-02	1,09E-01	1,62E+02	1,63E+00	6,1	152,29	
	05/04/16	Mensuelle	2,10E-02	1,25E-01	1,70E+02	1,67E+00	6,7	152,23	
	02/05/16	Mensuelle	4,00E-02	9,00E-02	1,60E+02	1,67E+00	6,5	152,17	
	03/06/16	Mensuelle	4,00E-02	1,20E-01	1,58E+02	1,77E+00	6,3	152,01	
	05/07/16	Mensuelle	5,20E-02	1,09E-01	1,59E+02	1,71E+00	6,8	152,04	
	04/08/16	Mensuelle	2,40E-02	8,50E-02	1,63E+02	2,06E+00	6,1	151,99	
	01/09/16	Mensuelle	4,00E-02	1,11E-01	1,56E+02	1,84E+00	6,5	151,94	
	05/10/16	Mensuelle	7,60E-02	1,47E-01	1,58E+02	1,90E+00	6,2	151,91	
	02/11/16	Mensuelle	2,40E-02	1,17E-01	1,60E+02	1,69E+00	6,2	151,90	
	06/12/16	Mensuelle	3,60E-02	1,36E-01	1,67E+02	1,45E+00	6,1	151,96	
PO1 73	06/01/16	Mensuelle	4,50E-02	1,17E-01	< 2,20E+00	1,61E+00	6,3	152,15	< 2,26E+00
	02/02/16	Mensuelle	4,20E-02	9,40E-02	< 2,30E+00	1,80E+00	6,9	152,25	
	02/03/16	Mensuelle	6,30E-02	1,65E-01	< 2,20E+00	1,71E+00	6,2	152,30	
	01/04/16	Mensuelle	6,20E-02	1,55E-01	< 2,10E+00	1,85E+00	6,3	152,23	
	02/05/16	Mensuelle	1,90E-02	1,33E-01	< 2,10E+00	1,76E+00	6,7	152,08	
	03/06/16	Mensuelle	4,40E-02	1,14E-01	< 2,10E+00	1,95E+00	6,7	151,98	
	05/07/16	Mensuelle	5,20E-02	1,73E-01	< 2,20E+00	1,80E+00	7,1	152,02	
	04/08/16	Mensuelle	4,00E-02	1,03E-01	< 2,20E+00	1,90E+00	6,4	151,98	
	01/09/16	Mensuelle	7,70E-02	1,20E-01	< 2,10E+00	1,84E+00	6,5	151,91	
	05/10/16	Mensuelle	9,20E-02	1,63E-01	< 2,10E+00	1,90E+00	6,3	151,86	
	03/11/16	Mensuelle	7,00E-02	1,80E-01	< 2,20E+00	1,79E+00	6,4	151,83	
	06/12/16	Mensuelle	8,20E-02	1,55E-01	3,30E+00	1,45E+00	6,3	151,92	
	PO1 74	06/01/16	Mensuelle	9,00E-02	1,90E-01	1,81E+01	1,35E+00	5,7	
02/02/16		Mensuelle	4,70E-01	1,07E+00	1,17E+01	2,52E+00	5,9	156,82	
02/03/16		Mensuelle	4,10E-01	4,90E-01	1,40E+01	1,29E+00	5,8	156,96	
05/04/16		Mensuelle	8,00E-02	2,10E-01	1,39E+01	1,85E+00	6,0	156,48	
02/05/16		Mensuelle	7,50E-01	1,35E+00	1,51E+01	3,34E+00	6,0	155,74	
02/06/16		Mensuelle	4,70E-01	1,03E+00	1,60E+01	2,59E+00	6,0	155,12	
05/07/16		Mensuelle	3,90E-01	8,50E-01	1,46E+01	2,06E+00	6,5	155,32	
04/08/16		Mensuelle	1,50E-01	2,50E-01	1,43E+01	1,55E+00	6,2	155,11	
01/09/16		Mensuelle	2,30E-01	3,80E-01	1,30E+01	1,32E+00	6,4	154,98	
04/10/16		Mensuelle	1,60E-01	3,50E-01	1,69E+01	1,58E+00	6,1	154,74	
03/11/16		Mensuelle	1,20E-01	3,70E-01	1,81E+01	1,39E+00	6,0	154,53	
05/12/16	Mensuelle	1,90E-01	3,40E-01	1,51E+01	1,43E+00	5,9	155,11		
PO1 75	03/02/16	Semestrielle	3,50E-01	7,00E-01	< 2,20E+00	1,45E+00	5,5	160,26	2,20E+00
	03/08/16	Semestrielle	3,90E-01	6,20E-01	< 2,20E+00	1,55E+00	5,8	157,25	
PO1 76	03/02/16	Semestrielle	1,50E-01	5,10E-01	< 2,20E+00	1,45E+00	5,6	162,91	< 2,20E+00
	03/08/16	Semestrielle	3,80E-01	2,50E-01	< 2,20E+00	1,46E+00	5,9	160,80	
PO1 77	03/02/16	Semestrielle	3,80E-02	1,38E-01	< 2,30E+00	1,54E+00	6,4	165,98	3,75E+00
	04/08/16	Semestrielle	4,80E-02	1,25E-01	5,20E+00	2,08E+00	5,6	163,51	
PO1 78	03/02/16	Semestrielle	6,00E-02	1,20E-01	5,30E+00	1,28E+00	5,4	166,17	4,80E+00
	04/08/16	Semestrielle	8,00E-02	2,50E-01	4,30E+00	1,28E+00	5,5	163,69	
PO1 79	03/02/16	Semestrielle	1,50E-01	2,70E-01	< 2,10E+00	1,11E+00	5,2	166,10	2,10E+00
	04/08/16	Semestrielle	6,00E-02	2,00E-01	< 2,10E+00	1,90E+00	5,1	163,62	
PO1 80	06/01/16	Mensuelle	1,60E-01	3,40E-01	1,43E+03	2,14E+00	6,1	146,02	1,57E+03
	02/02/16	Mensuelle	1,10E-01	3,00E-01	1,12E+03	2,71E+00	6,8	146,20	
	01/03/16	Mensuelle	1,30E-01	3,10E-01	1,64E+03	2,59E+00	6,1	146,11	
	01/04/16	Mensuelle	1,70E-01	3,80E-01	1,43E+03	2,79E+00	6,5	145,81	
	02/05/16	Mensuelle	2,20E-01	3,90E-01	1,53E+03	2,49E+00	6,3	144,81	
	02/06/16	Mensuelle	1,80E-01	3,70E-01	1,40E+03	2,87E+00	6,3	144,23	
	05/07/16	Mensuelle	2,00E-01	4,20E-01	2,07E+03	2,33E+00	6,6	144,72	
	04/08/16	Mensuelle	6,30E-02	1,76E-01	2,04E+03	2,70E+00	6,3	145,07	
	01/09/16	Mensuelle	1,80E-01	3,90E-01	1,84E+03	2,37E+00	6,5	143,95	
	04/10/16	Mensuelle	1,30E-01	2,50E-01	1,61E+03	2,41E+00	6,5	143,71	
	02/11/16	Mensuelle	1,40E-01	3,60E-01	1,43E+03	2,28E+00	6,5	143,50	
	06/12/16	Mensuelle	1,08E-01	2,50E-01	1,33E+03	2,02E+00	6,1	144,14	

Tableau 7.4-28 Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre

(1/5)

POINT	DATE	FREQUENCE	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
POI 113	06/01/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,46E-01	8,80E+01	1,87E+00	5,7	145,40	1,35E+02
	01/02/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,36E-01	5,10E+01	2,34E+00	6,3	147,36	
	03/03/16	Mensuelle	2,20E-02	1,46E-01	5,70E+01	2,50E+00	6,0	147,86	
	05/04/16	Mensuelle	4,10E-02	2,00E-01	4,30E+01	2,50E+00	6,3	146,97	
	03/05/16	Mensuelle	2,70E-02	1,73E-01	9,40E+01	2,31E+00	5,7	145,45	
	02/06/16	Mensuelle	1,70E-02	1,25E-01	1,15E+02	2,23E+00	6,1	144,12	
	06/07/16	Mensuelle	3,80E-02	1,23E-01	1,56E+02	2,15E+00	6,4	143,99	
	03/08/16	Mensuelle	2,80E-02	1,07E-01	9,80E+01	2,33E+00	6,0	143,49	
	05/09/16	Mensuelle	2,60E-02	1,48E-01	1,19E+02	2,10E+00	6,3	143,18	
	04/10/16	Mensuelle	2,50E-02	1,69E-01	4,01E+02	2,10E+00	6,2	142,72	
07/11/16	Mensuelle	1,70E-02	1,72E-01	2,05E+02	2,08E+00	6,1	142,31		
07/12/16	Mensuelle	1,70E-02	1,30E-01	1,89E+02	1,73E+00	5,9	143,13		
POI 114	06/01/16	Mensuelle	1,60E-01	4,10E-01	5,10E+02	3,23E+00	5,3	148,73	5,41E+02
	01/02/16	Mensuelle	1,20E-01	2,80E-01	6,00E+02	2,98E+00	5,2	150,16	
	03/03/16	Mensuelle	1,30E-01	2,40E-01	7,10E+02	2,86E+00	5,3	151,92	
	01/04/16	Mensuelle	8,00E-02	2,00E-01	7,00E+02	3,17E+00	5,6	151,29	
	03/05/16	Mensuelle	1,50E-01	2,20E-01	6,60E+02	3,15E+00	5,4	149,53	
	02/06/16	Mensuelle	1,30E-01	3,80E-01	5,10E+02	2,87E+00	5,5	147,83	
	06/07/16	Mensuelle	7,00E-02	2,20E-01	5,40E+02	3,07E+00	5,5	147,83	
	03/08/16	Mensuelle	1,30E-01	2,40E-01	4,60E+02	3,02E+00	5,6	147,21	
	05/09/16	Mensuelle	1,50E-01	2,40E-01	5,10E+02	3,11E+00	5,6	146,76	
	04/10/16	Mensuelle	2,10E-01	3,90E-01	5,10E+02	3,24E+00	5,7	146,18	
07/11/16	Mensuelle	9,00E-02	3,00E-01	3,02E+02	2,98E+00	5,2	145,57		
07/12/16	Mensuelle	1,40E-01	2,30E-01	4,79E+02	2,76E+00	5,5	146,65		
POI 115	06/01/16	Mensuelle	1,90E-02	1,65E-01	6,20E+01	3,71E+00	6,0	143,56	5,51E+01
	02/02/16	Mensuelle	2,40E-02	1,44E-01	5,90E+01	2,52E+00	6,1	146,28	
	03/03/16	Mensuelle	3,30E-02	1,78E-01	4,70E+01	2,23E+00	6,0	146,60	
	05/04/16	Mensuelle	2,30E-02	1,80E-01	4,30E+01	2,60E+00	7,5	145,23	
	03/05/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,53E-01	5,00E+01	2,22E+00	6,1	142,28	
	02/06/16	Mensuelle	3,20E-02	1,80E-01	4,50E+01	2,41E+00	6,0	141,45	
	06/07/16	Mensuelle	4,30E-02	1,79E-01	4,80E+01	2,79E+00	6,3	140,88	
	03/08/16	Mensuelle	3,10E-02	1,42E-01	4,90E+01	3,07E+00	6,1	140,33	
	05/09/16	Mensuelle	7,30E-02	2,10E-01	4,80E+01	3,98E+00	6,1	139,95	
	04/10/16	Mensuelle	6,60E-02	2,20E-01	5,50E+01	3,54E+00	6,0	139,30	
07/11/16	Mensuelle	3,80E-02	2,30E-01	9,20E+01	2,78E+00	6,2	138,72		
07/12/16	Mensuelle	4,50E-02	1,80E-01	6,30E+01	2,21E+00	5,9	139,52		
POI 116	06/01/16	Mensuelle	2,40E-02	9,00E-02	< 2,30E+00	1,01E+00	5,8	144,51	< 2,63E+00
	02/02/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,07E-01	2,80E+00	1,11E+00	6,0	140,04	
	03/03/16	Mensuelle	< 1,30E-02	7,90E-02	< 2,10E+00	1,21E+00	5,7	148,11	
	05/04/16	Mensuelle	2,00E-02	7,80E-02	2,60E+00	1,31E+00	6,0	146,67	
	03/05/16	Mensuelle	< 1,40E-02	8,60E-02	< 2,10E+00	1,14E+00	5,8	144,40	
	02/06/16	Mensuelle	1,90E-02	1,02E-01	< 2,20E+00	1,68E+00	6,1	142,23	
	06/07/16	Mensuelle	< 1,90E-02	8,00E-02	< 2,10E+00	1,20E+00	6,9	141,71	
	03/08/16	Mensuelle	2,10E-02	8,30E-02	2,80E+00	1,37E+00	5,9	141,05	
	05/09/16	Mensuelle	< 1,40E-02	4,30E-02	< 2,30E+00	1,23E+00	6,1	140,59	
	04/10/16	Mensuelle	1,70E-02	8,20E-02	2,90E+00	1,27E+00	6,2	139,92	
07/11/16	Mensuelle	3,90E-02	1,23E-01	< 2,20E+00	1,09E+00	5,9	139,18		
07/12/16	Mensuelle	1,90E-02	8,00E-02	5,10E+00	1,15E+00	5,8	140,08		
POI 117	06/01/16	Mensuelle	3,50E-02	1,90E-01	1,09E+03	2,59E+00	6,5	145,67	9,89E+02
	02/02/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,61E-01	9,20E+02	2,52E+00	6,4	147,01	
	03/03/16	Mensuelle	2,30E-02	1,44E-01	9,90E+02	2,50E+00	6,5	147,26	
	01/04/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,49E-01	1,01E+03	2,88E+00	6,8	146,69	
	03/05/16	Mensuelle	2,00E-02	2,10E-01	5,80E+02	2,49E+00	6,6	145,26	
	02/06/16	Mensuelle	1,70E-02	1,82E-01	1,18E+03	2,59E+00	6,5	144,23	
	06/07/16	Mensuelle	< 2,40E-02	1,70E-01	1,12E+03	2,70E+00	7,4	144,32	
	03/08/16	Mensuelle	2,90E-02	1,90E-01	1,09E+03	2,88E+00	6,4	143,87	
	05/09/16	Mensuelle	4,80E-02	2,30E-01	1,04E+03	2,83E+00	6,6	143,52	
	04/10/16	Mensuelle	5,60E-02	2,20E-01	1,04E+03	2,72E+00	6,6	143,11	
07/11/16	Mensuelle	2,40E-02	1,90E-01	9,40E+02	2,48E+00	6,3	142,81		
02/12/16	Mensuelle	2,70E-02	1,90E-01	8,70E+02	2,38E+00	6,5	143,70		
POI 118	05/01/16	Mensuelle	6,60E-02	3,10E-01	3,40E+01	1,96E+00	6,6	116,30	3,87E+01
	02/02/16	Mensuelle	7,80E-02	2,10E-01	5,10E+01	4,03E+00	6,9	116,21	
	01/03/16	Mensuelle	6,00E-02	2,80E-01	3,80E+01	3,89E+00	6,7	116,22	
	01/04/16	Mensuelle	5,90E-02	3,90E-01	1,40E+01	5,15E+00	7,3	115,97	
	03/05/16	Mensuelle	4,20E-02	3,20E-01	1,88E+01	4,41E+00	6,9	115,58	
	01/06/16	Mensuelle	6,60E-02	3,60E-01	2,30E+01	4,31E+00	6,9	115,34	
	05/07/16	Mensuelle	4,80E-02	2,60E-01	4,30E+01	4,32E+00	7,0	115,29	
	02/08/16	Mensuelle	5,40E-02	2,90E-01	4,00E+01	4,32E+00	6,6	115,20	
	06/09/16	Mensuelle	2,90E-02	1,90E-01	4,90E+01	4,18E+00	7,2	115,10	
	04/10/16	Mensuelle	5,30E-02	3,00E-01	5,30E+01	3,95E+00	6,5	115,02	
04/11/16	Mensuelle	2,90E-02	1,80E-01	5,10E+01	3,68E+00	6,7	114,93		
02/12/16	Mensuelle	4,80E-02	1,65E-01	5,00E+01	3,17E+00	6,6	115,48		

Tableau 7.4-28 : Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre

(2/5)

POINT	DATE	FREQUENCE	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium Bq/L
PZ320	08/01/16	Mensuelle	< 5,00E-02	1,20E-01	1,10E+01	1,80E+00	5,0	147,67	3,60E+01
	03/02/16	Mensuelle	< 4,00E-02	1,00E-01	9,00E+00	1,70E+00	4,9	145,78	
	08/03/16	Mensuelle	6,00E-02	1,40E-01	1,00E+01	2,00E+00	4,9	145,46	
	13/04/16	Mensuelle	< 5,00E-02	< 7,00E-02	<b>1,20E+02</b>	1,80E+00	5,3	144,86	
	03/05/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,00E-02	3,60E+01	1,80E+00	5,3	144,41	
	09/06/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	4,20E+01	1,90E+00	5,1	143,91	
	18/07/16	Mensuelle	< 4,40E-02	< 7,00E-02	3,00E+01	1,80E+00	4,9	144,11	
	04/08/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,10E-02	1,40E+01	1,70E+00	5,0	144,71	
	20/09/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,20E-01	4,30E+01	2,00E+00	5,2	143,76	
	11/10/16	Mensuelle	6,00E-02	1,50E-01	1,30E+01	2,00E+00	5,0	143,57	
	09/11/16	Mensuelle	< 4,40E-02	1,00E-01	5,60E+01	1,90E+00	5,3	143,56	
	12/12/16	Mensuelle	< 3,90E-02	1,30E-01	4,80E+01	1,90E+00	5,5	143,53	
PZ321	08/01/16	Mensuelle	< 3,10E-02	1,80E-01	5,20E+01	3,20E+00	6,0	145,83	1,09E+02
	03/02/16	Mensuelle	< 5,50E-02	1,20E-01	6,30E+01	3,00E+00	6,1	145,92	
	08/03/16	Mensuelle	8,00E-02	1,10E-01	9,20E+01	3,20E+00	6,1	145,41	
	13/04/16	Mensuelle	< 3,50E-02	1,40E-01	1,50E+02	2,60E+00	6,3	144,86	
	03/05/16	Mensuelle	< 3,00E-02	1,40E-01	1,70E+02	2,60E+00	6,3	144,36	
	09/06/16	Mensuelle	6,00E-02	1,80E-01	<b>1,80E+02</b>	2,70E+00	6,0	143,81	
	18/07/16	Mensuelle	6,00E-02	< 7,00E-02	1,50E+02	2,70E+00	5,9	144,01	
	04/08/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,20E-01	1,20E+02	2,60E+00	5,2	145,32	
	20/09/16	Mensuelle	< 4,20E-02	1,10E-01	8,80E+01	3,20E+00	6,0	143,71	
	11/10/16	Mensuelle	< 4,70E-02	1,30E-01	9,60E+01	3,10E+00	6,0	143,40	
	09/11/16	Mensuelle	< 3,00E-02	< 7,00E-02	9,20E+01	2,80E+00	6,0	143,41	
	12/12/16	Mensuelle	< 3,20E-02	1,60E-01	5,70E+01	2,90E+00	6,1	143,77	
PZ322	08/01/16	Mensuelle	< 4,95E-02	1,10E-01	6,10E+02	2,00E+00	5,3	145,64	3,71E+02
	03/02/16	Mensuelle	< 4,50E-02	1,30E-01	9,10E+02	1,80E+00	5,4	146,04	
	08/03/16	Mensuelle	< 2,72E-02	< 7,09E-02	2,70E+01	2,50E+00	5,4	146,14	
	13/04/16	Mensuelle	7,00E-02	9,00E-02	1,80E+01	2,30E+00	5,7	145,44	
	03/05/16	Mensuelle	< 3,91E-02	1,20E-01	1,80E+01	2,30E+00	5,6	145,54	
	09/06/16	Mensuelle	< 4,47E-02	1,40E-01	3,40E+01	2,30E+00	5,3	143,79	
	22/07/16	Mensuelle	< 2,96E-02	1,20E-01	7,00E+00	2,80E+00	5,4	143,94	
	04/08/16	Mensuelle	< 2,78E-02	8,00E-02	9,00E+00	2,10E+00	5,7	144,63	
	20/09/16	Mensuelle	< 3,95E-02	2,10E-01	6,10E+02	2,10E+00	5,3	143,59	
	11/10/16	Mensuelle	< 2,82E-02	1,30E-01	<b>9,80E+02</b>	2,10E+00	5,3	143,31	
	09/11/16	Mensuelle	2,70E-01	5,00E-01	8,40E+02	1,90E+00	5,2	143,59	
	12/12/16	Mensuelle	6,00E-02	1,70E-01	3,84E+02	2,00E+00	5,7	143,67	
PZ324	08/01/16	Mensuelle	< 4,90E-02	8,00E-02	1,70E+01	1,30E+00	5,5	156,35	1,43E+01
	03/02/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,10E-01	1,40E+01	1,20E+00	5,5	156,33	
	08/03/16	Mensuelle	< 2,70E-02	1,10E-01	1,60E+01	1,40E+00	5,4	155,81	
	13/04/16	Mensuelle	< 3,40E-02	< 7,00E-02	1,60E+01	1,30E+00	5,9	154,81	
	03/05/16	Mensuelle	< 2,80E-02	1,10E-01	8,00E+00	1,60E+00	5,6	153,91	
	08/06/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,00E-02	<b>1,90E+01</b>	1,40E+00	5,6	153,61	
	18/07/16	Mensuelle	< 4,50E-02	1,00E-01	1,50E+01	1,30E+00	5,2	154,11	
	04/08/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,30E-02	1,80E+01	1,30E+00	5,8	154,83	
	20/09/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	1,70E+01	1,40E+00	5,7	153,81	
	11/10/16	Mensuelle	< 2,70E-02	< 7,00E-02	1,30E+01	1,70E+00	5,6	153,18	
	09/11/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,00E-02	1,10E+01	1,40E+00	5,8	153,31	
	12/12/16	Mensuelle	< 4,50E-02	< 7,00E-02	7,00E+00	1,40E+00	5,8	153,70	
PZ326	12/01/16	Mensuelle	2,90E-01	4,60E-01	9,70E+01	2,30E+00	5,9	151,92	1,93E+02
	03/02/16	Mensuelle	< 3,10E-02	9,00E-02	<b>3,60E+02</b>	2,00E+00	5,5	151,95	
	25/03/16	Mensuelle	< 2,50E-02	8,00E-02	1,30E+02	2,10E+00	NR	151,90	
	18/04/16	Mensuelle	< 3,50E-02	8,00E-02	1,20E+02	1,90E+00	NR	151,80	
	12/05/16	Mensuelle	6,00E-02	< 7,00E-02	3,60E+02	2,10E+00	NR	151,80	
	08/06/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,20E-01	3,10E+02	1,90E+00	5,5	151,65	
	21/07/16	Mensuelle	6,00E-02	1,60E-01	8,60E+01	2,00E+00	5,5	151,69	
	01/08/16	Mensuelle	< 3,00E-02	< 7,00E-02	2,90E+02	1,90E+00	5,5	151,64	
	22/09/16	Mensuelle	< 4,20E-02	1,00E-01	1,60E+02	1,90E+00	5,6	151,50	
	11/10/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	7,10E+01	2,20E+00	5,5	151,58	
	17/11/16	Mensuelle	< 3,60E-02	< 7,00E-02	2,70E+02	1,80E+00	5,6	151,60	
	13/12/16	Mensuelle	< 3,60E-02	1,00E-01	6,50E+01	2,00E+00	5,9	151,66	
PZ340	07/01/16	Mensuelle	8,00E-02	1,10E-01	4,50E+01	6,00E-01	6,0	153,31	4,34E+01
	03/02/16	Mensuelle	7,00E-02	< 7,00E-02	3,80E+01	6,00E-01	6,0	153,49	
	25/03/16	Mensuelle	1,50E-01	9,00E-02	4,50E+01	7,00E-01	NR	152,99	
	14/04/16	Mensuelle	9,00E-02	9,00E-02	4,00E+01	6,00E-01	6,0	152,69	
	03/05/16	Mensuelle	7,00E-02	1,80E-01	3,90E+01	5,00E-01	5,9	152,59	
	09/06/16	Mensuelle	< 3,20E-02	8,00E-02	<b>4,70E+01</b>	6,00E-01	5,9	151,89	
	20/07/16	Mensuelle	< 3,10E-02	< 7,00E-02	4,50E+01	1,50E+00	5,8	152,15	
	04/08/16	Mensuelle	< 3,60E-02	< 7,00E-02	4,50E+01	6,00E-01	5,8	152,19	
	21/09/16	Mensuelle	< 3,00E-02	< 7,60E-02	4,70E+01	7,00E-01	5,9	152,14	
	12/10/16	Mensuelle	9,00E-02	< 7,00E-02	4,30E+01	8,00E-01	5,7	151,81	
	09/11/16	Mensuelle	< 4,70E-02	< 7,00E-02	4,50E+01	6,00E-01	5,2	151,89	
	16/12/16	Mensuelle	< 5,20E-02	< 7,00E-02	4,20E+01	7,00E-01	6,3	152,01	

Tableau 7.4-28 : Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre

(3/5)

POINT	DATE	FREQUENCE	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium Bq/L
PZ371	07/01/16	Mensuelle	3,50E-01	3,10E-01	1,13E+03	2,30E+00	NR	149,77	1,43E+03
	03/02/16	Mensuelle	2,50E-01	3,30E-01	1,09E+03	3,00E+00	NR	149,74	
	17/03/16	Mensuelle	4,60E-01	4,90E-01	1,20E+03	2,40E+00	6,4	149,74	
	14/04/16	Mensuelle	4,00E-01	5,10E-01	1,20E+03	6,20E+00	NR	149,34	
	03/05/16	Mensuelle	1,80E-01	6,40E-01	1,23E+03	8,60E+00	NR	149,64	
	09/06/16	Mensuelle	1,40E-01	4,50E-01	1,30E+03	1,60E+01	6,8	149,54	
	18/07/16	Mensuelle	2,40E-01	5,30E-01	1,50E+03	1,60E+01	NR	149,54	
	01/08/16	Mensuelle	1,90E-01	5,90E-01	1,50E+03	1,60E+01	6,6	149,55	
	20/09/16	Mensuelle	2,20E-01	6,20E-01	1,80E+03	6,10E+00	6,4	149,44	
	12/10/16	Mensuelle	3,00E-01	6,50E-01	1,60E+03	1,50E+01	6,6	149,55	
	09/11/16	Mensuelle	3,20E-01	4,30E-01	1,80E+03	NR	6,6	149,59	
	13/12/16	Mensuelle	1,30E-01	4,70E-01	1,80E+03	1,00E+01	NR	149,69	
	PZ379	07/01/16	Mensuelle	< 4,80E-02	< 7,00E-02	9,00E+01	2,00E+00	5,6	
03/02/16		Mensuelle	< 3,00E-02	9,00E-02	7,20E+01	1,80E+00	5,5	151,46	
17/03/16		Mensuelle	< 3,00E-02	1,10E-01	7,40E+01	2,00E+00	5,6	151,45	
18/04/16		Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,10E-02	7,30E+01	1,90E+00	NR	151,39	
03/05/16		Mensuelle	< 3,00E-02	2,10E-01	5,70E+01	1,80E+00	5,5	151,32	
09/06/16		Mensuelle	< 3,10E-02	9,00E-02	7,50E+01	2,50E+00	5,6	151,27	
18/07/16		Mensuelle	< 4,20E-02	< 7,00E-02	7,20E+01	1,90E+00	5,4	151,32	
01/08/16		Mensuelle	< 3,10E-02	< 7,00E-02	6,40E+01	1,80E+00	5,6	151,29	
20/09/16		Mensuelle	< 3,10E-02	8,00E-02	6,60E+01	2,00E+00	5,6	151,22	
12/10/16		Mensuelle	< 3,00E-02	8,00E-02	7,70E+01	2,00E+00	5,5	151,24	
09/11/16		Mensuelle	< 3,10E-02	9,00E-02	6,30E+01	1,70E+00	5,6	151,22	
16/12/16		Mensuelle	< 3,00E-02	1,00E-01	5,40E+01	1,90E+00	5,9	151,29	
PZ700		14/01/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,20E-01	2,10E+02	2,40E+00	6,6	123,06
	12/02/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,40E-01	2,40E+02	2,70E+00	6,7	123,23	
	14/03/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	2,50E+02	2,60E+00	6,5	123,10	
	07/04/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	2,90E+02	2,60E+00	7,1	122,64	
	13/05/16	Mensuelle	< 2,90E-02	< 7,00E-02	3,90E+02	3,00E+00	7,0	122,20	
	13/06/16	Mensuelle	< 3,00E-02	1,30E-01	4,50E+02	2,90E+00	6,8	121,93	
	19/07/16	Mensuelle	< 2,90E-02	9,00E-02	4,40E+02	2,70E+00	6,5	121,80	
	02/08/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,60E-01	4,30E+02	2,60E+00	6,7	121,77	
	14/09/16	Mensuelle	< 3,00E-02	< 7,00E-02	5,10E+02	2,20E+00	6,6	121,59	
	12/10/16	Mensuelle	< 3,70E-02	1,40E-01	4,90E+02	2,90E+00	6,0	121,40	
	16/11/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,00E-01	4,80E+02	2,60E+00	6,8	121,32	
	14/12/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,10E-02	3,90E+02	3,00E+00	NR	121,63	
	PZ702	14/01/16	Mensuelle	1,30E-01	4,10E-01	4,26E+02	2,00E+00	5,3	132,68
10/02/16		Mensuelle	3,10E-01	4,50E-01	4,62E+02	2,00E+00	5,9	134,11	
14/03/16		Mensuelle	1,50E-01	2,90E-01	1,13E+02	1,80E+00	5,7	134,82	
07/04/16		Mensuelle	1,20E-01	1,90E-01	1,17E+03	2,20E+00	5,9	133,49	
13/05/16		Mensuelle	< 4,18E-02	1,00E-01	1,18E+03	2,60E+00	5,7	131,67	
13/06/16		Mensuelle	< 3,81E-02	2,30E-01	1,35E+03	3,30E+00	5,6	130,89	
19/07/16		Mensuelle	< 4,29E-02	9,00E-02	1,56E+03	2,40E+00	5,5	129,94	
01/08/16		Mensuelle	8,00E-02	1,60E-01	1,50E+03	2,30E+00	5,6	129,74	
14/09/16		Mensuelle	1,50E-01	2,30E-01	1,54E+03	2,60E+00	5,7	129,26	
12/10/16		Mensuelle	2,20E-01	3,40E-01	1,55E+03	2,90E+00	5,8	128,99	
16/11/16		Mensuelle	1,10E-01	2,20E-01	1,58E+03	2,30E+00	5,7	128,65	
13/12/16		Mensuelle	1,80E-01	2,60E-01	1,50E+03	2,40E+00	6,2	129,09	
PZ705		14/01/16	Mensuelle	6,00E-02	2,20E-01	< 4,30E+00	3,20E+00	6,0	153,02
	10/02/16	Mensuelle	< 3,60E-02	1,70E-01	< 4,30E+00	4,50E+00	6,6	154,13	
	14/03/16	Mensuelle	< 3,00E-02	1,40E-01	< 4,40E+00	3,90E+00	6,5	154,11	
	07/04/16	Mensuelle	< 2,90E-02	1,60E-01	< 4,20E+00	2,50E+00	5,9	152,95	
	30/05/16	Mensuelle	< 4,60E-02	1,00E-01	< 4,30E+00	3,10E+00	5,8	149,00	
	13/06/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	19/07/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	01/08/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	28/09/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	20/10/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	16/11/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	13/12/16	Mensuelle	NR	NR	NR	NR	NR		
	PZ715	14/01/16	Mensuelle	< 2,94E-02	1,90E-01	1,26E+03	2,10E+00	5,7	141,42
10/02/16		Mensuelle	< 5,45E-02	1,40E-01	1,20E+03	2,60E+00	5,6	142,96	
14/03/16		Mensuelle	< 2,97E-02	1,60E-01	1,04E+03	2,30E+00	5,7	142,95	
07/04/16		Mensuelle	< 4,89E-02	8,00E-02	1,06E+03	2,20E+00	5,5	141,16	
13/05/16		Mensuelle	< 3,12E-02	2,00E-01	1,24E+03	2,60E+00	5,3	139,03	
13/06/16		Mensuelle	< 2,68E-02	< 6,97E-02	1,37E+03	2,20E+00	5,7	137,48	
19/07/16		Mensuelle	< 3,09E-02	< 7,13E-02	1,23E+03	2,20E+00	5,4	136,99	
01/08/16		Mensuelle	< 4,37E-02	1,20E-01	1,36E+03	2,10E+00	5,6	135,75	
14/09/16		Mensuelle	1,20E-01	5,30E-01	1,40E+03	2,20E+00	5,5	136,25	
07/10/16		Mensuelle	< 3,09E-02	1,00E-01	1,39E+03	2,10E+00	5,5	135,80	
16/11/16		Mensuelle	< 4,87E-02	1,40E-01	1,52E+03	2,10E+00	5,6	135,36	
13/12/16		Mensuelle	< 3,55E-02	1,20E-01	1,61E+03	2,30E+00	6,0	136,08	

Tableau 7.4-28 : Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre

(4/5)

POINT	DATE	FREQUENCE	Alpha Bq/L	Bêta Bq/L	Tritium Bq/L	K mg/L	pH	H nappe d'eau m	Moyenne annuelle tritium en Bq/L
PZ711	14/01/16	Mensuelle	1,10E-01	1,90E-01	< 4,50E+00	2,40E+00	6,1	117,98	1,20E+01
	16/02/16	Mensuelle	< 3,40E-02	1,40E-01	6,00E+00	2,80E+00	NR	118,26	
	14/03/16	Mensuelle	2,30E-01	1,20E+00	7,40E+00	2,50E+00	NR	118,34	
	07/04/16	Mensuelle	2,60E-01	2,00E-01	7,00E+00	2,40E+00	5,9	117,85	
	30/05/16	Mensuelle	1,00E-01	1,20E-01	1,00E+01	2,60E+00	5,9	117,52	
	13/06/16	Mensuelle	< 5,70E-02	1,40E-01	1,90E+01	2,50E+00	6,0	116,96	
	19/07/16	Mensuelle	1,50E-01	1,50E-01	1,90E+01	2,90E+00	5,6	116,80	
	02/08/16	Mensuelle	< 4,70E-02	< 3,90E-01	1,10E+01	3,20E+00	NR	116,73	
	14/09/16	Mensuelle	6,20E-01	6,80E-01	9,00E+00	2,70E+00	5,7	120,62	
	12/10/16	Mensuelle	5,60E-01	7,10E-01	1,60E+01	2,60E+00	NR	120,53	
	16/11/16	Mensuelle	3,40E-01	1,70E+00	1,80E+01	2,50E+00	5,8	116,47	
07/12/16	Mensuelle	1,20E-01	3,90E-01	1,70E+01	2,50E+00	NR	116,56		
PZ712	14/01/16	Mensuelle	< 4,00E-02	9,00E-02	6,00E+00	< 1,00E+00	5,7	160,93	< 5,55E+00
	10/02/16	Mensuelle	< 3,80E-02	< 7,00E-02	< 4,00E+00	< 1,00E+00	5,5	161,21	
	14/03/16	Mensuelle	5,00E-02	< 7,00E-02	4,90E+00	< 1,00E+00	5,7	160,94	
	07/04/16	Mensuelle	8,00E-02	1,30E-01	< 4,20E+00	< 1,00E+00	5,7	160,09	
	13/05/16	Mensuelle	< 2,80E-02	< 7,00E-02	< 4,30E+00	1,20E+00	5,8	158,08	
	13/06/16	Mensuelle	< 2,70E-02	< 7,00E-02	7,00E+00	8,00E-01	5,9	157,00	
	19/07/16	Mensuelle	< 2,70E-02	< 7,00E-02	8,00E+00	7,00E-01	5,6	157,98	
	02/08/16	Mensuelle	< 4,40E-02	9,00E-02	< 4,30E+00	1,40E+00	5,8	157,26	
	14/09/16	Mensuelle	< 4,90E-02	< 7,00E-02	4,80E+00	1,00E+00	5,6	156,66	
	12/10/16	Mensuelle	7,00E-02	< 7,00E-02	6,00E+00	1,00E+00	5,8	156,20	
	16/11/16	Mensuelle	< 3,70E-02	< 7,00E-02	< 4,10E+00	8,00E-01	5,8	156,12	
13/12/16	Mensuelle	8,00E-02	1,50E-01	9,00E+00	8,00E-01	6,1	157,11		
PO165	05/01/16	Mensuelle	8,40E-02	1,59E-01	< 2,30E+00	1,35E+00	6,4	120,51	< 2,61E+00
	01/02/16	Mensuelle	8,00E-02	1,10E-01	2,80E+00	1,45E+00	6,3	119,97	
	01/03/16	Mensuelle	4,00E-02	1,50E-01	3,50E+00	1,54E+00	6,2	119,13	
	01/04/16	Mensuelle	1,00E-01	1,80E-01	2,40E+00	1,85E+00	6,8	117,79	
	03/05/16	Mensuelle	1,40E-01	2,60E-01	< 2,10E+00	1,94E+00	6,4	116,90	
	01/06/16	Mensuelle	1,25E-01	2,10E-01	< 2,30E+00	2,04E+00	6,5	116,39	
	05/07/16	Mensuelle	9,00E-02	1,60E-01	2,60E+00	1,98E+00	6,8	116,08	
	02/08/16	Mensuelle	1,02E-01	1,39E-01	< 2,20E+00	2,33E+00	6,4	115,84	
	05/09/16	Mensuelle	1,01E-01	1,80E-01	2,60E+00	2,19E+00	6,4	115,67	
	04/10/16	Mensuelle	7,10E-02	1,58E-01	3,30E+00	2,21E+00	6,4	115,60	
	04/11/16	Mensuelle	9,80E-02	2,30E-01	2,60E+00	2,08E+00	6,5	115,50	
02/12/16	Mensuelle	9,30E-02	2,30E-01	2,60E+00	1,55E+00	6,4	117,50		
PO166	05/01/16	Mensuelle	2,70E-02	2,00E-01	5,30E+01	2,14E+00	6,6	120,35	4,49E+01
	01/02/16	Mensuelle	4,60E-02	1,59E-01	9,50E+00	2,25E+00	6,4	120,67	
	01/03/16	Mensuelle	2,80E-02	1,47E-01	9,50E+00	1,97E+00	6,2	120,94	
	01/04/16	Mensuelle	4,20E-02	1,75E-01	6,20E+00	2,13E+00	6,2	120,45	
	03/05/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,10E-01	3,80E+01	2,22E+00	6,5	119,85	
	01/06/16	Mensuelle	5,70E-02	1,12E-01	4,20E+01	2,41E+00	6,6	119,48	
	05/07/16	Mensuelle	3,30E-02	1,21E-01	5,60E+01	2,24E+00	7,1	119,33	
	02/08/16	Mensuelle	4,60E-02	1,27E-01	6,50E+01	2,70E+00	6,1	119,17	
	05/09/16	Mensuelle	5,40E-02	1,28E-01	6,10E+01	2,65E+00	6,3	119,06	
	04/10/16	Mensuelle	4,80E-02	1,64E-01	6,70E+01	2,62E+00	6,3	118,96	
	04/11/16	Mensuelle	3,90E-02	1,34E-01	6,30E+01	2,48E+00	6,5	118,80	
02/12/16	Mensuelle	2,80E-02	1,27E-01	6,80E+01	1,83E+00	6,4	119,51		
PO167	05/01/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,09E-01	1,16E+02	1,96E+00	6,4	115,33	1,06E+02
	02/02/16	Mensuelle	2,20E-02	1,34E-01	1,06E+02	2,16E+00	6,4	115,38	
	01/03/16	Mensuelle	< 1,40E-02	6,40E-02	1,15E+02	1,97E+00	6,3	115,31	
	01/04/16	Mensuelle	< 1,40E-02	8,70E-02	1,00E+02	2,13E+00	6,6	115,15	
	03/05/16	Mensuelle	< 1,40E-02	7,90E-02	9,90E+01	2,12E+00	6,7	115,03	
	01/06/16	Mensuelle	< 1,40E-02	6,40E-02	1,02E+02	2,32E+00	6,7	114,97	
	05/07/16	Mensuelle	2,10E-02	9,70E-02	9,90E+01	2,15E+00	6,8	114,95	
	02/08/16	Mensuelle	1,80E-02	9,40E-02	1,06E+02	2,60E+00	6,5	114,93	
	06/09/16	Mensuelle	2,00E-02	8,50E-02	1,03E+02	2,37E+00	6,5	114,90	
	04/10/16	Mensuelle	3,80E-02	8,90E-02	1,08E+02	2,31E+00	6,8	114,88	
	04/11/16	Mensuelle	< 1,40E-02	1,26E-01	1,04E+02	2,18E+00	7,7	114,85	
02/12/16	Mensuelle	2,90E-02	1,08E-01	1,12E+02	1,83E+00	6,4	114,90		

Tableau 7.4-28 : Analyses radiologiques des eaux souterraines extérieures au Centre

(5/5)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA	BETA	TRITIUM	K	pH	Volumes pompés m <sup>3</sup>
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L		
EVT-7	05/01/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,10E+01	5,00E+00	6,1	1300
	12/01/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,20E+01	4,40E+00	6,1	1700
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,80E+01	3,70E+00	6,1	1450
	26/01/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,80E+01	4,00E+00	6,0	1400
	02/02/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,00E+01	4,60E+00	6,1	1400
	11/02/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	6,10E+01	4,40E+00	6,0	1800
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,60E+01	5,00E+00	6,0	1250
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,00E+01	4,00E+00	6,4	1550
	01/03/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,70E+01	3,60E+00	5,8	1500
	08/03/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,00E+01	3,60E+00	6,1	1500
	15/03/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	6,00E+01	3,70E+00	6,1	1500
	23/03/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,10E+01	3,40E+00	6,1	1800
	30/03/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,40E+01	3,40E+00	6,1	1350
	05/04/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,50E+01	3,20E+00	6,2	1200
	12/04/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,50E+01	3,10E+00	6,1	1450
	19/04/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,90E+01	3,20E+00	6,0	1300
	26/04/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,50E+01	3,40E+00	6,0	1300
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	4,80E+01	3,00E+00	6,0	1300
	11/05/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,80E+01	3,10E+00	6,0	1400
	18/05/2016	Hebdomadaire	< 3,09E-01	< 6,96E-01	4,90E+01	3,10E+00	6,0	1200
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,90E+01	3,00E+00	5,8	950
	31/05/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,90E+01	3,00E+00	6,2	1200
	07/06/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	6,00E+01	2,90E+00	6,0	1000
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,40E+01	3,00E+00	6,0	1100
	22/06/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	6,30E+01	3,30E+00	6,1	1300
	28/06/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,80E+01	3,70E+00	6,0	900
	05/07/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,30E+01	3,70E+00	6,0	1200
	12/07/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,60E+01	4,50E+00	6,0	1150
	20/07/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,79E-01	4,50E+01	3,30E+00	6,0	1300
	26/07/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,00E+01	2,90E+00	6,2	950
	04/08/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,00E+01	4,20E+00	6,1	1400
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 3,59E-01	< 7,26E-01	5,20E+01	3,10E+00	6,1	800
	18/08/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,65E+01	3,00E+00	5,9	1450
	23/08/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,10E+01	3,00E+00	6,0	700
	30/08/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,08E+01	3,00E+00	5,9	1100
	06/09/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,70E+01	3,30E+00	6,2	1000
	13/09/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,00E-01	5,54E+01	3,10E+00	6,0	1000
	20/09/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,67E+01	3,10E+00	6,0	1000
	28/09/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,27E+01	3,10E+00	6,0	1150
	04/10/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,30E+01	3,40E+00	6,1	850
11/10/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,00E-01	5,91E+01	2,60E+00	6,1	950	
18/10/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,30E+01	4,60E+00	6,0	950	
26/10/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,00E-01	5,44E+01	2,90E+00	6,2	1100	
03/11/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,30E+01	4,30E+00	6,0	1050	
08/11/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	5,75E+01	4,50E+00	6,1	1250	
15/11/2016	Hebdomadaire	< 3,59E-01	< 7,26E-01	5,80E+01	4,20E+00	6,0	1000	
22/11/2016	Hebdomadaire	< 3,59E-01	< 7,26E-01	4,48E+01	3,50E+00	6,2	1000	
29/11/2016	Hebdomadaire	< 3,09E-01	< 7,38E-01	4,89E+01	5,00E+00	6,0	1100	
06/12/2016	Hebdomadaire	< 3,09E-01	< 6,96E-01	5,00E+01	4,40E+00	6,0	1100	
13/12/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	5,23E+01	1,01E+01	6,0	1100	
22/12/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,02E-01	4,85E+01	2,80E+00	6,0	1300	
29/12/2016	Hebdomadaire	< 3,67E-01	< 7,01E-01	4,14E+01	3,50E+00	6,0	1100	

63150

Tableau 7.4-29 Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)

(1/6)

	Groupes		Groupe 1						Groupe 2			
	Paramètres	Unités	PO001		PO175		PO160		PO172		PO174	
Structure naturelle des eaux	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	4,9 +/- 0,1	5,3 +/- 0,11	5,4 +/- 0,11	5,1 +/- 0,1	5,6 +/- 0,11	5,2 +/- 0,1	5,5 +/- 0,11	5,3 +/- 0,11	5,6 +/- 0,11	5,3 +/- 0,11
	Conductivité	µS/cm	372 +/- 7	382 +/- 8	218 +/- 4,4	244 +/- 4,9	183 +/- 3,7	166 +/- 3,3	237 +/- 4,7	232 +/- 4,6	191 +/- 3,8	195 +/- 3,9
	O <sub>2</sub> dissous	mg/L	6,5 +/- 0,1	6,6 +/- 0,1	7,5 +/- 0,1	10,3 +/- 0,1	8,2 +/- 0,1	10,9 +/- 0,1	7,4 +/- 0,1	9,8 +/- 0,1	7,9 +/- 0,1	8,9 +/- 0,1
	Température	°C	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	13 +/- 0,5	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	579 +/- 29	539 +/- 27	580 +/- 29	549 +/- 27	504 +/- 25	525 +/- 26	553 +/- 28	490 +/- 25	530 +/- 27	519 +/- 26
	DCO	mg/L	5 +/- 0,6	12 +/- 1	<5	<5	<5	12 +/- 1	<5	<5	<5	<5
	COD	mg/L	1,40 +/- 0,13	1,9 +/- 0,17	1 +/- 0,19	1,2 +/- 0,11	1,3 +/- 0,12	1,4 +/- 0,13	0,7 +/- 0,13	1,2 +/- 0,11	0,8 +/- 0,15	0,8 +/- 0,15
	NTK	mgN/L	<0,5	0,8 +/- 0,04	<0,5	0,9 +/- 0,05	<0,5	0,80 +/- 0,04	<0,5	<0,5	<0,5	4,2 +/- 0,21
	Chlorures	mg/L	79 +/- 4	85 +/- 4,3	43 +/- 2,2	56 +/- 2,8	37 +/- 1,9	34 +/- 1,7	45 +/- 2,3	49 +/- 2,5	34 +/- 1,7	38 +/- 1,9
	Calcium	mg/L	5,5 +/- 1,3	6,4 +/- 1,5	2,6 +/- 0,6	3 +/- 0,7	3,1 +/- 0,7	2,3 +/- 0,6	4,7 +/- 1,1	4,4 +/- 1,1	3,9 +/- 0,9	3,6 +/- 0,9
	Potassium	mg/L	1 +/- 0,34	2,2 +/- 0,7	1,7 +/- 0,6	1,2 +/- 0,41	0,8 +/- 0,27	0,7 +/- 0,24	1,6 +/- 0,5	1,7 +/- 0,6	1,9 +/- 0,6	1,2 +/- 0,41
	Phosphore total	mg/L	0,03 +/- 0,001	0,03 +/- 0,002	0,01 +/- 0,004	0,02 +/- 0,005	0,03 +/- 0,001	0,01 +/- 0,004	<0,01	<0,01	0,02 +/- 0,005	0,02 +/- 0,005
	MEST	mg/L	10 +/- 0,50	12 +/- 0,6	50 +/- 2,5	1900 +/- 100	5 +/- 0,25	34 +/- 1,7	8 +/- 0,4	9 +/- 0,45	230 +/- 12	120 +/- 6
	Substances indésirables	Nitrates	mg/L	24 +/- 1,2	27 +/- 1,4	10 +/- 0,5	13 +/- 0,7	7,1 +/- 0,36	7,3 +/- 0,37	12 +/- 0,6	8,4 +/- 0,42	7,9 +/- 0,4
Nitrites		µg/L	14 +/- 0,7	6 +/- 0,3	<1	9 +/- 0,45	31 +/- 1,6	6 +/- 0,3	<1	3 +/- 0,15	<1	3 +/- 0,15
NGL		mg/L	<5,93	6,9	<2,76	3,84	<2,11	2,45	<3,21	<2,4	<2,29	6,03
Sulfates		mg/L	16 +/- 0,8	19 +/- 1	5,7 +/- 0,29	5,5 +/- 0,28	9,2 +/- 0,46	8 +/- 0,4	8,9 +/- 0,45	13 +/- 0,7	9,2 +/- 0,46	9,9 +/- 0,5
Phosphates		mg/L	0,08 +/- 0,004	0,05 +/- 0,002	<0,01	0,06 +/- 0,003	0,05 +/- 0,002	0,03 +/- 0,002	<0,01	0,09 +/- 0,004	0,04 +/- 0,002	0,06 +/- 0,003
Cuivre dissous		µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Baryum dissous		µg/L	26 +/- 1,3	28 +/- 1,4	26 +/- 1,3	28 +/- 1,4	6 +/- 1,2	4 +/- 0,8	25 +/- 1,3	24 +/- 1,2	20 +/- 1	20 +/- 1
Bore dissous		µg/L	20 +/- 1	21 +/- 1,1	14 +/- 0,7	14 +/- 0,7	21 +/- 1,1	21 +/- 1,1	14 +/- 0,7	15 +/- 0,8	16 +/- 0,8	15 +/- 0,8
Fer dissous		µg/L	6 +/- 0,3	5 +/- 1	5 +/- 1	2 +/- 0,38	5 +/- 1	2 +/- 0,38	6 +/- 0,3	2 +/- 0,38	5 +/- 1	<2
Manganèse dissous		µg/L	50 +/- 2,5	41 +/- 2,1	7 +/- 0,35	7 +/- 0,35	11 +/- 0,6	9 +/- 0,45	2 +/- 0,4	2 +/- 0,4	2 +/- 0,4	1 +/- 0,2
Hydrocarbures totaux	µg/L	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	<10	20 +/- 4	<10	<10	<10	10 +/- 2	<10	

**Tableau 7.4-29 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)**

(2/6)

	Groupes		Groupe 1						Groupe 2			
	Paramètres	Unités	PO001		PO175		PO160		PO172		PO174	
			18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
Substances toxiques	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	Aluminium dissous	µg/L	170 +/- 9	110 +/- 6	10 +/- 0,5	18 +/- 0,9	10 +/- 0,5	9 +/- 0,45	6 +/- 0,3	6 +/- 0,3	7 +/- 0,35	7 +/- 0,35
	Arsenic dissous	µg/L	1,9 +/- 0,19	1,5 +/- 0,15	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure total	µg/L	0,49 +/- 0,03	0,90 +/- 0,05	0,49 +/- 0,03	0,80 +/- 0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Mercure dissous	µg/L	0,23 +/- 0,01	0,18 +/- 0,01	0,19 +/- 0,01	0,14 +/- 0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	25 +/- 1,3	160 +/- 8	5 +/- 2	5 +/- 2	10 +/- 0,5	4 +/- 1,6	4 +/- 1,6	3 +/- 1,2	5 +/- 2	2 +/- 0,8
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Somme des HAP(6)	µg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tableau 7.4-29 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)

(3/6)

	Groupes		Groupe 3							
	Paramètres	Unités	PO139		PO142		PO156		PO158	
Structure naturelle des eaux	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	5,2 +/- 0,1	5,1 +/- 0,1	5 +/- 0,1	5 +/- 0,1	5,5 +/- 0,11	5,1 +/- 0,1	6 +/- 0,12	5,7 +/- 0,11
	Conductivité	µS/cm	230 +/- 4,6	200 +/- 4	173 +/- 3,5	188 +/- 3,8	183 +/- 3,7	180 +/- 3,6	202 +/- 4	220 +/- 4,4
	O <sub>2</sub> dissous	mg/L	6,3 +/- 0,1	8,8 +/- 0,1	7,1 +/- 0,1	10,2 +/- 0,1	8,1 +/- 0,1	8,1 +/- 0,1	7,8 +/- 0,1	9,1 +/- 0,1
	Température	°C	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	14 +/- 0,5	10 +/- 0,5	14 +/- 0,5	11 +/- 0,5	14 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	590 +/- 30	550 +/- 28	578 +/- 29	500 +/- 25	530 +/- 27	498 +/- 25	541 +/- 27	493 +/- 25
	DCO	mg/L	8 +/- 1	6 +/- 0,7	<5	5 +/- 0,6	<5	<5	<5	<5
	COD	mg/L	2,5 +/- 0,23	2 +/- 0,18	1,2 +/- 0,11	1,6 +/- 0,14	0,6 +/- 0,11	1 +/- 0,19	0,7 +/- 0,13	1 +/- 0,19
	NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,8 +/- 0,04	<0,5	0,7 +/- 0,04	<0,5	0,7 +/- 0,04
	Chlorures	mg/L	32 +/- 1,6	37 +/- 1,9	32 +/- 1,6	34 +/- 1,7	36 +/- 1,8	38 +/- 1,9	29 +/- 1,5	35 +/- 1,8
	Calcium	mg/L	10 +/- 2,4	2,7 +/- 0,6	1,1 +/- 0,26	0,8 +/- 0,19	3,4 +/- 0,8	3,3 +/- 0,8	11 +/- 2,6	10 +/- 2,4
	Potassium	mg/L	3,5 +/- 1,2	2,9 +/- 1	1,8 +/- 0,6	2,1 +/- 0,7	1,4 +/- 0,48	0,7 +/- 0,24	1 +/- 0,34	0,9 +/- 0,31
	Phosphore total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	MEST	mg/L	4 +/- 0,2	9 +/- 0,45	<2	7 +/- 0,35	13 +/- 0,7	19 +/- 1	8 +/- 0,4	20 +/- 1
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	16 +/- 0,8	17 +/- 0,9	8 +/- 0,4	11 +/- 0,6	7,6 +/- 0,38	9,8 +/- 0,49	7,8 +/- 0,39	11 +/- 0,6
	Nitrites	µg/L	<1	4 +/- 0,2	<1	3 +/- 0,15	<1	2 +/- 0,1	<1	5 +/- 0,25
	NGL	mg/L	<4,12	<4,34	<2,31	3,29	<2,22	2,91	<2,26	3,19
	Sulfates	mg/L	18 +/- 0,9	9,7 +/- 0,49	12 +/- 0,6	17 +/- 0,9	3,2 +/- 0,16	5,2 +/- 0,26	11 +/- 0,6	13 +/- 0,7
	Phosphates	mg/L	<0,01	0,03 +/- 0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Cuivre dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Baryum dissous	µg/L	51 +/- 2,6	52 +/- 2,6	56 +/- 2,8	66 +/- 3,3	2 +/- 0,4	3 +/- 0,6	6 +/- 1,2	6 +/- 1,2
	Bore dissous	µg/L	23 +/- 1,2	14 +/- 0,7	12 +/- 0,6	18 +/- 0,9	12 +/- 0,6	12 +/- 0,6	16 +/- 0,8	17 +/- 0,9
	Fer dissous	µg/L	5 +/- 1	3 +/- 0,6	3 +/- 0,6	2 +/- 0,38	2 +/- 0,38	4 +/- 0,8	11 +/- 0,6	2 +/- 0,38
	Manganèse dissous	µg/L	58 +/- 2,9	12 +/- 0,6	9 +/- 0,45	8 +/- 0,4	5 +/- 0,25	6 +/- 0,3	13 +/- 0,7	6 +/- 0,3
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	<10

**Tableau 7.4-29 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM**

(4/6)

	Groupes		Groupe 3							
	Paramètres	Unités	PO139		PO142		PO156		PO158	
	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
Substances toxiques	Aluminium dissous	µg/L	45 +/- 2,3	18 +/- 0,9	70 +/- 3,5	99 +/- 5	9 +/- 0,45	14 +/- 0,7	6 +/- 0,3	6 +/- 0,3
	Arsenic dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure total	µg/L	0,61 +/- 0,03	0,21 +/- 0,01	0,2 +/- 0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Mercure dissous	µg/L	0,31 +/- 0,02	0,18 +/- 0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1 +/- 0,6
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	3 +/- 1,2	1 +/- 0,4	4 +/- 1,6	2 +/- 0,8	5 +/- 2	3 +/- 1,2	7 +/- 0,35	5 +/- 2
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	0,01 +/- 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	0,01 +/- 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,01	0,02 +/- 0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Indéno(1,2,3-c d)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des HAP(6)	µg/L	0	0,04 +/- 0,02	0	0	0	0	0	0	

**Tableau 7.4-29 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)**

(5/6)

	Groupes		Groupe 4							
	Paramètres	Unités	PO131		PO136		PO153		PO180	
Structure naturelle des eaux	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	5,5 +/- 0,11	5,2 +/- 0,1	4,8 +/- 0,1	4,8 +/- 0,1	6,1 +/- 0,12	5,8 +/- 0,12	5,8 +/- 0,12	5,6 +/- 0,11
	Conductivité	µS/cm	230 +/- 4,6	237 +/- 4,7	193 +/- 3,9	178 +/- 3,6	193 +/- 3,9	180 +/- 3,6	251 +/- 5	236 +/- 4,7
	O <sub>2</sub> dissous	mg/L	6 +/- 0,1	7,2 +/- 0,1	6,4 +/- 0,1	8,5 +/- 0,1	7,3 +/- 0,1	8,8 +/- 0,1	6,3 +/- 0,1	5,4 +/- 0,1
	Température	°C	12 +/- 0,5	13 +/- 0,5	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5	12 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	13 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	510 +/- 26	481 +/- 24	555 +/- 28	583 +/- 29	508 +/- 25	487 +/- 24	505 +/- 25	428 +/- 21
	DCO	mg/L	<5	<5	<5	5 +/- 0,6	<5	<5	6 +/- 0,7	6 +/- 0,7
	COD	mg/L	1 +/- 0,19	1,6 +/- 0,14	1,6 +/- 0,14	2,4 +/- 0,22	1,4 +/- 0,13	2 +/- 0,18	1,2 +/- 0,11	1,8 +/- 0,16
	NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,6 +/- 0,08	<0,5	<0,5
	Chlorures	mg/L	44 +/- 2,2	49 +/- 2,5	26 +/- 1,3	25 +/- 1,3	23 +/- 1,2	22 +/- 1,1	33 +/- 1,7	39 +/- 2
	Calcium	mg/L	4,9 +/- 1,2	4,7 +/- 1,1	4,4 +/- 1,1	2,6 +/- 0,6	11 +/- 2,6	8,9 +/- 2,1	5,3 +/- 1,3	6,1 +/- 1,5
	Potassium	mg/L	2 +/- 0,7	2,1 +/- 0,7	3 +/- 1	2,4 +/- 0,8	3,1 +/- 1,1	3,2 +/- 1,1	2,5 +/- 0,9	2,4 +/- 0,8
	Phosphore total	mg/L	0,03 +/- 0,002	0,03 +/- 0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	MEST	mg/L	3 +/- 0,15	3 +/- 0,15	<2	5 +/- 0,25	2 +/- 0,2	5 +/- 0,25	22 +/- 1,1	22 +/- 1,1
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	13 +/- 0,7	15 +/- 0,8	7,7 +/- 0,39	7,6 +/- 0,38	4,5 +/- 0,23	5,2 +/- 0,26	5,8 +/- 0,29	4,6 +/- 0,23
	Nitrites	µg/L	<1	2 +/- 0,1	<1	3 +/- 0,15	<1	3 +/- 0,15	5 +/- 0,25	27 +/- 1,4
	NGL	mg/L	<3,44	<3,89	<2,24	<2,22	<1,52	2,78	<1,81	<1,55
	Sulfates	mg/L	5,4 +/- 0,27	6,2 +/- 0,31	23 +/- 1,2	26 +/- 1,3	14 +/- 0,7	16 +/- 0,8	12 +/- 0,6	11 +/- 0,6
	Phosphates	mg/L	0,05 +/- 0,002	0,44 +/- 0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5 +/- 0,03
	Cuivre dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Baryum dissous	µg/L	10 +/- 2	9 +/- 1,8	52 +/- 2,6	38 +/- 1,9	12 +/- 0,6	9 +/- 1,8	46 +/- 2,3	45 +/- 2,3
	Bore dissous	µg/L	12 +/- 0,6	13 +/- 0,7	15 +/- 0,8	16 +/- 0,8	17 +/- 0,9	19 +/- 1	16 +/- 0,8	16 +/- 0,8
	Fer dissous	µg/L	4 +/- 0,8	<2	6 +/- 0,3	3 +/- 0,6	7 +/- 0,35	22 +/- 1,1	16 +/- 0,8	32 +/- 1,6
	Manganèse dissous	µg/L	10 +/- 0,5	10 +/- 0,5	40 +/- 2	29 +/- 1,5	3 +/- 0,15	<1	18 +/- 0,9	44 +/- 2,2
	Hydrocarbures totaux	µg/L	10 +/- 2	<10	<10	<10	10 +/- 2	<10	30 +/- 6	<10

**Tableau 7.4-29 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres internes au CSM)**

(6/6)

	Groupes		Groupe 4							
	Paramètres	Unités	PO131		PO136		PO153		PO180	
Substances toxiques	Date		18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	Aluminium dissous	µg/L	35 +/- 1,8	36 +/- 1,8	120 +/- 6	73 +/- 3,7	10 +/- 0,5	38 +/- 1,9	10 +/- 0,5	9 +/- 0,45
	Arsenic dissous	µg/L	1,2 +/- 0,12	1 +/- 0,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercure total	µg/L	0,36 +/- 0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,30 +/- 0,07	0,3 +/- 0,02
	Mercure dissous	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,72 +/- 0,04	0,19 +/- 0,01
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3 +/- 0,15
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	17 +/- 0,9	19 +/- 1	2 +/- 0,8	2 +/- 0,8	6 +/- 0,3	2 +/- 0,8	14 +/- 0,7	8 +/- 0,4
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Somme des HAP(6)	µg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tableau 7.4-30 Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres externes au CSM)

(1/3)

	Groupes		Groupe 3											
	Paramètres	Unités	PO113		PO114		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
Structure naturelle des eaux	Date		18/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	5,4 +/- 0,11	5,4 +/- 0,11	5,6 +/- 0,11	5,4 +/- 0,11	5,4 +/- 0,11	5,3 +/- 0,11	7 +/- 0,14	6,6 +/- 0,13	5,6 +/- 0,11	NR	5,4 +/- 0,11	5,2 +/- 0,1
	Conductivité	µS/cm	190 +/- 3,8	193 +/- 3,9	228 +/- 4,6	276 +/- 6	223 +/- 4,5	224 +/- 4,5	249 +/- 5	285 +/- 6	221 +/- 4,4	NR	286 +/- 6	274 +/- 5
	O <sub>2</sub> dissous	mg/L	8,2 +/- 0,1	10,1 +/- 0,1	6,4 +/- 0,1	9,5 +/- 0,1	4,7 +/- 0,1	7,4 +/- 0,1	4,5 +/- 0,1	4,9 +/- 0,1	9,3 +/- 0,1	NR	9,2 +/- 0,1	11,9 +/- 0,1
	Température	°C	11 +/- 0,5	12 +/- 0,5	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5	10 +/- 0,5	12 +/- 0,5	11 +/- 0,5	13 +/- 0,5	9 +/- 0,5	NR	9 +/- 0,5	12 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	556 +/- 28	565 +/- 28	562 +/- 28	546 +/- 27	585 +/- 29	463 +/- 23	329 +/- 16	265 +/- 13	565 +/- 28	NR	550 +/- 28	475 +/- 24
	DCO	mg/L	<5	5 +/- 0,6	<5	6 +/- 0,7	5 +/- 0,6	15 +/- 1,2	<5	<5	<5	NR	<5	<5
	COD	mg/L	1,3 +/- 0,12	1,8 +/- 0,16	1,2 +/- 0,11	2,1 +/- 0,19	1,3 +/- 0,12	1,7 +/- 0,15	1 +/- 0,19	1,1 +/- 0,1	0,8 +/- 0,15	NR	0,8 +/- 0,15	1 +/- 0,19
	NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7 +/- 0,04	<0,5	<0,5	<5	NR	<0,5	2,2 +/- 0,11
	Chlorures	mg/L	36 +/- 1,8	38 +/- 1,9	47 +/- 2,4	37 +/- 1,9	40 +/- 2	44 +/- 2,2	40 +/- 2	51 +/- 2,6	39 +/- 2	NR	41 +/- 2,1	52 +/- 2,6
	Calcium	mg/L	3,2 +/- 0,8	3,2 +/- 0,8	3,8 +/- 0,9	2,6 +/- 0,6	4,2 +/- 1	3,8 +/- 0,9	7 +/- 1,7	8,7 +/- 2,1	7,1 +/- 1,7	NR	7,6 +/- 1,8	5,4 +/- 1,3
	Potassium	mg/L	2,3 +/- 0,8	2 +/- 0,7	2,7 +/- 0,9	2,5 +/- 0,9	3,6 +/- 1,2	3,4 +/- 1,2	2,5 +/- 0,9	2,5 +/- 0,9	2 +/- 0,7	NR	1,8 +/- 0,6	2,1 +/- 0,7
	Phosphore total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07 +/- 0,004	0,05 +/- 0,003	<0,01	<0,01	0,01 +/- 0,004	NR	<0,01	0,01 +/- 0,004
	MEST	mg/L	9 +/- 0,45	5 +/- 0,25	7 +/- 0,35	23 +/- 1,2	3 +/- 0,15	11 +/- 0,6	13 +/- 0,7	40 +/- 2	41 +/- 2,1	NR	9 +/- 0,45	9 +/- 0,45
	Substances indésirables	Nitrates	mg/L	10 +/- 0,50	12 +/- 0,6	21 +/- 1,1	18 +/- 0,9	21 +/- 1,1	22 +/- 1,1	2,3 +/- 0,12	<0,5	25 +/- 1,3	NR	40 +/- 2
Nitrites		µg/L	<1	6 +/- 0,3	<1	4 +/- 0,2	3 +/- 0,15	11 +/- 0,6	7 +/- 0,35	47 +/- 2,4	<1	NR	7 +/- 0,35	3 +/- 0,15
NGL		mg/L	<2,76	<3,21	<5,24	<4,57	<5,25	5,67	<1,02	<0,63	<10,65	NR	<9,54	8,3
Sulfates		mg/L	9,5 +/- 0,48	7,7 +/- 0,39	4,7 +/- 0,24	7,6 +/- 0,38	5,6 +/- 0,28	6,2 +/- 0,31	9,7 +/- 0,49	2,2 +/- 0,11	6,8 +/- 0,34	NR	9,8 +/- 0,49	9,3 +/- 0,47
Phosphates		mg/L	<0,01	0,06 +/- 0,003	<0,01	0,05 +/- 0,002	0,19 +/- 0,01	0,18 +/- 0,01	<0,01	0,09 +/- 0,005	<0,01	NR	0,05 +/- 0,003	0,05 +/- 0,003
Cuivre dissous		µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	NR	<5	<5
Baryum dissous		µg/L	15 +/- 0,8	16 +/- 0,8	83 +/- 4,2	62 +/- 3,1	30 +/- 1,5	31 +/- 1,6	16 +/- 0,8	22 +/- 1,1	27 +/- 1,4	NR	24 +/- 1,2	27 +/- 1,4
Bore dissous		µg/L	13 +/- 0,7	13 +/- 0,7	10 +/- 1,6	11 +/- 0,6	13 +/- 0,7	14 +/- 0,7	15 +/- 0,8	15 +/- 0,8	18 +/- 0,9	NR	15 +/- 0,8	16 +/- 0,8
Fer dissous		µg/L	4 +/- 0,8	3 +/- 0,6	9 +/- 0,45	4 +/- 0,8	4 +/- 0,8	5 +/- 1	170 +/- 9	5500 +/- 280	8 +/- 0,4	NR	5 +/- 1	<2
Manganèse dissous		µg/L	7 +/- 0,35	7 +/- 0,35	38 +/- 1,9	30 +/- 1,5	13 +/- 0,7	18 +/- 0,9	100 +/- 5	85 +/- 4,3	5 +/- 0,25	NR	16 +/- 0,8	2 +/- 0,4
Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	<10	10 +/- 2	NR	20 +/- 4	<10	

Tableau 7.4-30 : Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres externes au CSM)

(2/3)

	Groupes		Groupe 3											
	Paramètres	Unités	PO113		PO114		PO115		PZ700		PZ702		PZ715	
	Date		18/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	18/01/2016	26/09/2016	18/01/2016	26/09/2016
Substances toxiques	Aluminium dissous	µg/L	10 +/- 0,5	12 +/- 0,6	42 +/- 2,1	32 +/- 1,6	13 +/- 0,7	13 +/- 0,7	<5	9 +/- 0,45	18 +/- 0,9	NR	14 +/- 0,7	8 +/- 0,4
	Arsenic dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NR	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NR	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NR	<1	<1
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	NR	<5	<5
	Mercure total	µg/L	0,2 +/- 0,01	0,11 +/- 0,01	1,1 +/- 0,06	0,73 +/- 0,04	0,27 +/- 0,01	0,3 +/- 0,02	<0,1	<0,1	<0,1	NR	0,12 +/- 0,01	<0,1
	Mercure dissous	µg/L	<0,1	0,11 +/- 0,01	0,93 +/- 0,05	0,43 +/- 0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NR	<0,1	<0,1
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	NR	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NR	<1	<1
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	NR	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	5 +/- 2	4 +/- 1,6	16 +/- 0,8	12 +/- 0,6	42 +/- 2,1	9 +/- 0,45	2 +/- 0,8	2 +/- 0,8	8 +/- 0,4	NR	8 +/- 0,4	3 +/- 1,2
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	NR	<5	<5
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01
HAP Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NR	<0,01	<0,01	
Somme des HAP(6)	µg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NR	0	0	

Tableau 7.4-30: Analyses physico-chimiques des eaux souterraines (Piézomètres externes au CSM)

(3/3)

	Groupes		Groupe 4				Groupe 2	
	Paramètres	Unités	PO168		PZ322		EVT-7	
			19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016
Structure naturelle des eaux	Date		19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016
	pH	UpH	6,2 +/- 0,12	6 +/- 0,12	5,5 +/- 0,11	5,4 +/- 0,11	6,1 +/- 0,12	5,7 +/- 0,11
	Conductivité	µS/cm	284 +/- 6	320 +/- 6	176 +/- 3,5	184 +/- 3,7	285 +/- 6	280 +/- 6
	O <sub>2</sub> dissous	mg/L	4,9 +/- 0,1	5,3 +/- 0,1	7,5 +/- 0,1	9,2 +/- 0,1	8,3 +/- 0,1	9,1 +/- 0,1
	Température	°C	10 +/- 0,5	13 +/- 0,5	11 +/- 0,5	17 +/- 0,5	11 +/- 0,5	16 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	475 +/- 24	337 +/- 17	545 +/- 27	442 +/- 22	531 +/- 27	475 +/- 24
	DCO	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	COD	mg/L	1,6 +/- 0,14	2,3 +/- 0,21	1,2 +/- 0,11	0,8 +/- 0,15	0,8 +/- 0,15	1 +/- 0,19
	NTK	mgN/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9 +/- 0,05
	Chlorures	mg/L	44 +/- 2,2	53 +/- 2,7	29 +/- 1,5	31 +/- 1,6	47 +/- 2,4	54 +/- 2,7
	Calcium	mg/L	9,3 +/- 2,2	12 +/- 2,9	2,7 +/- 0,6	1,9 +/- 0,46	8,9 +/- 2,1	7,8 +/- 1,9
	Potassium	mg/L	3,4 +/- 1,2	4,1 +/- 1,4	2,1 +/- 0,7	2,1 +/- 0,7	3,2 +/- 1,1	2,9 +/- 1
	Phosphore total	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02 +/- 0,0011	0,02 +/- 0,0011
	MEST	mg/L	28 +/- 1,4	47 +/- 2,4	5 +/- 0,25	8 +/- 0,4	<2	2 +/- 0,2
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	10 +/- 0,5	9,9 +/- 0,5	7,1 +/- 0,36	7,9 +/- 0,4	8,3 +/- 0,42	10 +/- 0,5
	Nitrites	µg/L	<1	9 +/- 0,45	<1	5 +/- 0,25	<1	2 +/- 0,1
	NGL	mg/L	<2,76	<2,74	<2,1	<2,29	<2,38	3,16
	Sulfates	mg/L	16 +/- 0,8	18 +/- 0,9	13 +/- 0,7	15 +/- 0,8	17 +/- 0,9	19 +/- 1
	Phosphates	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03 +/- 0,00	0,13 +/- 0,01
	Cuivre dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Baryum dissous	µg/L	2 +/- 0,4	24 +/- 1,2	48 +/- 2,4	42 +/- 2,1	31 +/- 1,6	30 +/- 1,5
	Bore dissous	µg/L	20 +/- 1	21 +/- 1,1	14 +/- 0,7	15 +/- 0,8	17 +/- 0,90	18 +/- 0,9
	Fer dissous	µg/L	18 +/- 0,9	390 +/- 20	5 +/- 1	6 +/- 0,3	3 +/- 0,6	6 +/- 0,3
	Manganèse dissous	µg/L	65 +/- 3,3	2300 +/- 120	17 +/- 0,9	26 +/- 1,3	4 +/- 0,2	2 +/- 0,4
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	270 +/- 50	<10	10 +/- 2	<10
	Aluminium dissous	µg/L	<5	<5	24 +/- 1,2	24 +/- 1,2	11 +/- 0,6	11 +/- 0,6
Substances toxiques	Arsenic dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Mercuré total	µg/L	<0,1	<0,1	0,27 +/- 0,01	0,69 +/- 0,04	0,12 +/- 0,01	<0,1
	Mercuré dissous	µg/L	<0,1	<0,1	0,16 +/- 0,01	<0,1	<0,1	<0,1
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	3 +/- 1,2	3 +/- 1,2	40 +/- 2	11 +/- 0,6	6 +/- 0,3	8 +/- 0,4
	Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Fluoranthène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	HAP Indéno(1,2,3-c d)pyrène	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des HAP(6)	µg/L	0	0	0	0	0	0	

**Tableau 7.4-31 Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres**

(1/4)

	Piézomètres	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
Zone Nord-Ouest	PO131	20/04/2016	5,20E-02 +/- 4,50E-02	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03
	PO180	20/04/2016	1,00E-01 +/- 8,00E-02	<5,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03
	PO168	19/04/2016	1,80E-01 +/- 9,00E-02	<5,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<6,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03
Zone Nord-Est	PO140	20/04/2016	9,10E-02 +/- 4,70E-02	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03
	PO137	20/04/2016	<8,00E-02	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<6,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03
	PO138	20/04/2016	<1,00E-01	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<1,00E-02	<6,00E-03	<5,00E-03
	PO113	19/04/2016	7,00E-02 +/- 6,00E-02	<3,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03	<5,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03
	PZ700	19/04/2016	<7,00E-02	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03
Zone EEVSE	PO173	19/04/2016	<5,00E-02	<3,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03	<5,00E-03	<3,00E-03	<3,00E-03
	PO174	19/04/2016	<8,00E-02	<4,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<8,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03
Recharge	PO159	20/04/2016	<4,00E-02	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03
	PO001	19/04/2016	<9,00E-02	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03	<4,00E-03	<5,00E-03

	Piézomètres	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
Zone Nord-Ouest	PO131	20/04/2016	1,40E-01 +/- 6,00E-02	5,90E-03 +/- 2,00E-03	4,50E-02 +/- 2,40E-02	4,50E-02 +/- 2,40E-02	1,37E-01 +/- 1,80E-02	<2,00E-02	<2,00E-03	<2,00E-02
	PO168	20/04/2016	<5,00E-02	<6,00E-03	<7,00E-02	<7,00E-02	<2,00E-02	<4,00E-02	<5,00E-03	<5,00E-03
	PO180	19/04/2016	<5,00E-02	<6,00E-03	<7,00E-02	<7,00E-02	<2,00E-02	<4,00E-02	<5,00E-03	<4,00E-03
Zone Nord-Est	PO140	20/04/2016	9,80E-02 +/- 2,70E-02	7,30E-03 +/- 2,00E-03	<3,00E-02	<3,00E-02	7,60E-02 +/- 1,30E-02	<2,00E-02	<2,00E-03	<2,00E-02
	PO137	20/04/2016	<4,00E-02	<6,00E-03	<6,00E-02	<6,00E-02	<2,00E-02	<4,00E-02	<4,00E-03	<4,00E-03
	PZ700	20/04/2016	<1,00E-01	<1,10E-02	<1,40E-01	<1,00E-01	<3,00E-02	<1,00E-01	<9,00E-03	<9,00E-03
	PO113	19/04/2016	<5,00E-02	<6,00E-03	<7,00E-02	<7,00E-02	<1,00E-02	<5,00E-02	<4,00E-03	<5,00E-03
	PO138	19/04/2016	<4,00E-02	<6,00E-03	<6,00E-02	<6,00E-02	<2,00E-02	<4,00E-02	<5,00E-03	<4,00E-03
Zone EEVSE	PO173	19/04/2016	<6,00E-02	<6,00E-03	<7,00E-02	<7,00E-02	<1,00E-02	<6,00E-02	<4,00E-03	<5,00E-03
	PO174	19/04/2016	<8,00E-02	<9,00E-03	<1,00E-01	<1,00E-01	<2,00E-02	<9,00E-02	<7,00E-03	<7,00E-03
Recharge	PO001	20/04/2016	<2,00E-02	<3,00E-03	<3,00E-02	<3,00E-02	<8,00E-03	<2,00E-02	<2,00E-03	<2,00E-03
	PO159	19/04/2016	1,90E-01 +/- 8,00E-02	<7,00E-03	<8,00E-02	<8,00E-02	9,50E-02 +/- 2,80E-02	<6,00E-02	<5,00E-03	<2,00E-02

**Tableau 7.4-31 : Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres**

(2/4)

	Piézomètres	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
Zone Nord-Ouest	PO131	20/04/2016	9,30E+04 +/- 7,00E+03	<1,00E+00	1,70E-01 +/- 1,50E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<1,00E-01
	PO168	20/04/2016	1,11E+03 +/- 1,10E+02	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<1,00E-01
	PO180	19/04/2016	4,50E+01 +/- 7,00E+00	<1,00E+00	1,50E-01 +/- 1,50E-01	<5,00E-02	<4,00E-02	<1,00E-01
Zone Nord-Est	PO140	20/04/2016	2,45E+02 +/- 2,20E+01	<1,00E+00	3,50E-01 +/- 2,30E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	4,30E-01 +/- 2,10E-01
	PO137	20/04/2016	5,90E+03 +/- 4,50E+02	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<1,00E-01
	PZ700	20/04/2016	4,84E+02 +/- 4,00E+01	<1,00E+00	2,40E-01 +/- 1,80E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<1,00E-01
	PO113	19/04/2016	7,50E+01 +/- 1,00E+01	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<1,00E-01
	PO138	19/04/2016	4,72E+02 +/- 3,90E+01	<1,00E+00	<1,00E-01	<4,00E-02	<4,00E-02	<2,00E-01
Zone EEVSE	PO173	19/04/2016	5,60E+00 +/- 3,80E+00	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<2,00E-01
	PO174	19/04/2016	1,72E+01 +/- 4,90E+00	<1,00E+00	<2,00E-01	<5,00E-02	<5,00E-02	<2,00E-01
Recharge	PO001	20/04/2016	1,19E+01 +/- 4,40E+00	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<4,00E-02	<1,00E-01
	PO159	19/04/2016	6,60E+00 +/- 3,90E+00	<1,00E+00	<1,00E-01	<5,00E-02	<4,00E-02	<2,00E-01

**Tableau 7.4-31 : Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres  
 (3/4)**

Analyses radiologiques ponctuelles								
	Point	Date prélèvement	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{36}\text{Cl}$	$^{63}\text{Ni}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{99}\text{Tc}$
			Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L
Zone Nord- Ouest	PO131	26/08/2016	8,30E+04 +/- 6,00E+03	<2,40E+00	<1,40E-01	<3,80E-02	<4,80E-02	<1,30E-01
	PO168	26/08/2016	5,00E+01 +/- 9,00E+00	<2,40E+00	<1,10E-01	<4,10E-02	<4,30E-02	<1,30E-01
Zone Nord- Est	PO140	26/08/2016	2,35E+03 +/- 2,00E+02	<2,40E+00	1,60E-01 +/- 1,60E-01	<3,80E-02	<5,00E-02	<1,30E-01
	PO138	26/08/2016	5,05E+02 +/- 4,20E+01	<2,40E+00	<1,10E-01	<3,80E-02	<4,50E-02	<1,30E-01

Tableau 7.4-31 : Analyses radiologiques d'eaux souterraines dans les piézomètres

(4/4)

## Expertise ponctuelle de l'Andra : Contrôles croisés

Zone		Zone Nord-Est	
Point		PO140	
Date de	prélève	21/04/2016	
	<sup>40</sup> K	Bq/L	<1,50E-01
	<sup>60</sup> Co	Bq/L	<7,90E-03
	<sup>94</sup> Nb	Bq/L	<8,30E-03
	<sup>108m</sup> Ag	Bq/L	<8,20E-03
	<sup>110m</sup> Ag	Bq/L	<8,20E-03
	<sup>129</sup> I	Bq/L	<6,20E-02
	<sup>134</sup> Cs	Bq/L	<9,00E-03
	<sup>137</sup> Cs	Bq/L	<9,80E-03
	<sup>210</sup> Pb	Bq/L	<1,10E-01
	<sup>212</sup> Pb	Bq/L	<1,50E-02
	<sup>214</sup> Pb	Bq/L	<2,10E-02
	<sup>226</sup> Ra	Bq/L	<1,60E-01
	<sup>228</sup> Ac	Bq/L	<3,30E-02
	<sup>234</sup> Th	Bq/L	<9,20E-02
	<sup>241</sup> Am	Bq/L	<1,20E-02
	<sup>235</sup> U	Bq/L	<9,90E-03
	<sup>3</sup> H	Bq/L	2,20E+02 +/- 3,00E+01
	<sup>14</sup> C	Bq/L	<1,30E+00
	<sup>36</sup> Cl	Bq/L	1,90E-01 +/- 4,00E-02
	<sup>63</sup> Ni	Bq/L	<2,80E-02
	<sup>90</sup> Sr	Bq/L	<6,00E-02
	<sup>99</sup> Tc	Bq/L	<2,00E-02

Tableau 7.4-32 Analyses radiologiques des eaux des Roteurs (R1)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH
R1	05/01/2016	Hebdomadaire	2,50E-02	1,28E-01	< 2,50E+00	3,09E+00	7,4
	12/01/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	9,20E-02	< 2,30E+00	2,52E+00	7,5
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	< 3,60E-02	< 2,10E+00	1,90E+00	7,6
	26/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,70E-02	< 2,30E+00	2,01E+00	7,6
	02/02/2016	Hebdomadaire	3,30E-02	9,50E-02	2,90E+00	2,25E+00	7,2
	09/02/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,23E-01	< 2,40E+00	3,08E+00	7,2
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,06E-01	< 2,30E+00	2,16E+00	7,4
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,70E-02	< 2,30E+00	2,25E+00	7,6
	01/03/2016	Hebdomadaire	2,20E-02	9,70E-02	< 2,30E+00	1,88E+00	7,4
	08/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,90E-02	< 2,20E+00	1,80E+00	7,5
	15/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,70E-02	< 2,20E+00	1,88E+00	7,6
	22/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,60E-02	3,10E+00	1,87E+00	7,7
	29/03/2016	Hebdomadaire	2,20E-02	9,40E-02	< 2,20E+00	2,17E+00	7,6
	05/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	2,70E+00	1,95E+00	7,4
	12/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,00E-02	< 2,10E+00	1,85E+00	7,6
	19/04/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	6,90E-02	< 2,20E+00	1,87E+00	7,6
	26/04/2016	Hebdomadaire	2,10E-02	5,70E-02	< 2,20E+00	1,85E+00	7,9
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,90E-02	< 2,20E+00	1,67E+00	7,7
	10/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,80E-02	< 2,20E+00	1,86E+00	7,7
	17/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,00E-02	< 2,20E+00	1,86E+00	7,8
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,10E-02	< 2,40E+00	1,79E+00	7,6
	31/05/2016	Hebdomadaire	2,60E-02	6,10E-02	< 2,60E+00	1,97E+00	7,7
	07/06/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	5,20E-02	< 2,20E+00	1,77E+00	8,0
	09/06/2016	Hebdomadaire	1,90E-02	4,50E-02	< 2,30E+00	1,86E+00	7,7
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,02E-01	< 2,70E+00	2,97E+00	7,8
	21/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,60E-02	< 2,40E+00	1,96E+00	7,8
	28/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,40E-02	3,30E+00	2,20E+00	7,7
	05/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,10E-02	< 2,40E+00	2,15E+00	7,7
	12/07/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	5,50E-02	< 2,30E+00	1,89E+00	7,1
	19/07/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	5,60E-02	2,40E+00	2,00E+00	7,9
	26/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,70E-02	< 2,20E+00	2,01E+00	7,9
	02/08/2016	Hebdomadaire	6,50E-02	2,10E-01	< 2,80E+00	3,25E+00	7,2
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,50E-02	< 2,20E+00	1,81E+00	7,4
	16/08/2016	Hebdomadaire	1,90E-02	5,10E-02	< 2,30E+00	1,83E+00	7,4
	23/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,06E-01	< 2,20E+00	2,72E+00	7,8
	30/08/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	6,00E-02	< 2,20E+00	2,01E+00	7,9
	06/09/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	6,60E-02	2,40E+00	2,19E+00	7,5
	13/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,30E-02	< 2,10E+00	2,35E+00	7,8
	20/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,70E-02	< 2,20E+00	2,35E+00	8,0
	27/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,90E-02	< 2,20E+00	2,21E+00	7,8
	04/10/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	7,00E-02	< 2,20E+00	1,90E+00	7,5
	11/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,10E-02	< 2,20E+00	2,31E+00	7,8
	18/10/2016	Hebdomadaire	1,60E-02	9,20E-02	< 2,20E+00	2,36E+00	7,5
	25/10/2016	Hebdomadaire	2,10E-02	1,00E-01	< 2,20E+00	2,92E+00	7,8
	31/10/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	1,00E-01	< 2,20E+00	2,42E+00	7,6
	08/11/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,00E-01	3,10E+00	2,28E+00	7,7
	15/11/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,20E-02	< 2,20E+00	2,27E+00	7,9
	22/11/2016	Hebdomadaire	4,00E-02	1,32E-01	< 2,30E+00	3,50E+00	7,4
	29/11/2016	Hebdomadaire	4,60E-02	8,10E-02	< 2,20E+00	2,92E+00	7,7
	06/12/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	7,30E-02	< 2,20E+00	1,83E+00	7,5
	13/12/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	6,90E-02	< 2,20E+00	2,28E+00	7,8
	20/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,20E-02	< 2,20E+00	2,41E+00	7,8
	27/12/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	8,20E-02	< 2,10E+00	2,80E+00	7,9

Tableau 7.4-33 Analyses radiologiques des eaux des Roteurs (R1-10)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH
R1-10	05/01/2016	Hebdomadaire	2,30E-02	1,42E-01	< 2,50E+00	3,19E+00	7,0
	12/01/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	9,00E-02	4,80E+00	2,52E+00	8,0
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,50E-02	6,10E+00	1,99E+00	8,0
	26/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,10E-02	8,10E+00	2,10E+00	7,0
	02/02/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	1,21E-01	3,40E+00	2,34E+00	7,0
	09/02/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	1,24E-01	< 2,40E+00	2,89E+00	7,0
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,00E-02	5,50E+00	2,16E+00	7,0
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,70E-02	4,60E+00	2,34E+00	7,0
	01/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,70E-02	6,10E+00	2,06E+00	7,0
	08/03/2016	Hebdomadaire	2,30E-02	7,20E-02	5,30E+00	1,97E+00	8,0
	15/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,10E-02	7,00E+00	1,97E+00	7,0
	22/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,60E-02	6,60E+00	1,96E+00	8,0
	29/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,80E-02	8,80E+00	2,26E+00	7,0
	05/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,40E-02	5,20E+00	2,04E+00	7,0
	12/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,70E-02	7,80E+00	1,94E+00	8,0
	19/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,60E-02	9,10E+00	1,96E+00	8,0
	26/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,70E-02	8,10E+00	2,04E+00	8,0
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,90E-02	1,22E+01	1,76E+00	8,0
	10/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,40E-02	< 2,20E+00	2,04E+00	8,0
	17/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,00E-02	9,60E+00	1,95E+00	8,0
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,70E-02	9,10E+00	2,06E+00	8,0
	31/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,20E-02	1,07E+01	2,06E+00	8,0
	07/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,60E-02	9,20E+00	2,13E+00	8,0
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,70E-02	1,27E+01	2,22E+00	8,0
	21/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,90E-02	5,00E+00	2,14E+00	8,0
	28/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,10E-02	1,12E+01	2,29E+00	8,0
	05/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,35E-01	9,70E+00	3,54E+00	7,0
	12/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,06E-01	1,07E+01	2,51E+00	7,0
	19/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,20E-02	1,14E+01	2,47E+00	8,0
	26/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,80E-02	1,13E+01	2,28E+00	8,0
	02/08/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	1,59E-01	< 2,60E+00	3,73E+00	7,0
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,00E-02	9,20E+00	1,20E+00	7,0
	16/08/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	7,90E-02	1,07E+01	2,19E+00	7,0
	23/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,50E-02	8,10E+00	2,63E+00	8,0
30/08/2016	Hebdomadaire	1,60E-02	6,50E-02	8,60E+00	2,54E+00	8,0	
06/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,06E-01	9,70E+00	2,28E+00	7,0	
13/09/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	1,08E-01	1,08E+01	2,35E+00	8,0	
20/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,08E-01	1,29E+01	2,35E+00	8,0	
27/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,30E-02	9,80E+00	2,11E+00	8,0	
04/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,10E-02	1,16E+01	1,69E+00	8,0	
11/10/2016	Hebdomadaire	3,60E-02	1,09E-01	1,15E+01	2,52E+00	8,0	
18/10/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	1,11E-01	1,04E+01	2,46E+00	7,0	
25/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,27E-01	8,50E+00	3,01E+00	8,0	
31/10/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	1,17E-01	1,09E+01	2,72E+00	7,0	
08/11/2016	Hebdomadaire	3,90E-02	1,34E-01	1,09E+01	2,38E+00	7,0	
15/11/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	9,30E-02	1,39E+01	2,36E+00	8,0	
22/11/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,07E-01	4,30E+00	3,50E+00	7,0	
29/11/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,12E-01	9,80E+00	2,82E+00	8,0	
06/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,00E-01	8,20E+00	1,83E+00	7,0	
13/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,00E-02	8,50E+00	2,38E+00	8,0	
20/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,50E-02	1,16E+01	2,51E+00	8,0	
27/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,60E-02	1,15E+01	2,80E+00	8,0	

Tableau 7.4-34 Analyses radiologiques des eaux du Grand-Bel (R3)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH
R 3	05/01/2016	Hebdomadaire	2,80E-02	1,80E-01	3,17E+02	4,56E+00	7,1
	12/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,33E-01	3,30E+02	3,19E+00	7,1
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,04E-01	3,26E+02	2,82E+00	7,3
	26/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,07E-01	2,87E+02	3,01E+00	7,2
	02/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,90E-02	2,95E+02	3,94E+00	7,0
	09/02/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,20E-01	3,06E+02	3,46E+00	7,0
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,26E-01	3,18E+02	2,99E+00	7,0
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,80E-02	3,20E+02	3,01E+00	7,2
	01/03/2016	Hebdomadaire	2,50E-02	1,09E-01	3,18E+02	3,89E+00	7,7
	08/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,60E-02	3,24E+02	2,77E+00	7,5
	15/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,70E-02	2,69E+02	2,80E+00	7,3
	22/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,01E-01	3,29E+02	2,93E+00	7,3
	29/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,70E-02	3,23E+02	2,91E+00	7,2
	05/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,50E-02	3,08E+02	2,98E+00	7,5
	12/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,17E-01	3,30E+02	2,89E+00	7,3
	19/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	2,81E+02	2,84E+00	7,4
	26/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,06E-01	3,18E+02	3,09E+00	7,4
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 1,20E-02	6,70E-02	3,26E+02	2,68E+00	7,4
	10/05/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	8,60E-02	3,35E+02	2,90E+00	7,7
	17/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,14E-01	3,24E+02	2,80E+00	7,5
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,04E-01	3,36E+02	2,81E+00	7,4
	31/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,20E-02	3,28E+02	2,72E+00	7,4
	07/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,00E-02	3,22E+02	2,78E+00	7,6
	09/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,20E-02	3,30E+02	2,59E+00	7,5
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,40E-02	3,32E+02	2,87E+00	7,6
	21/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,70E-02	3,20E+02	2,77E+00	7,5
	28/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,40E-02	3,10E+02	2,84E+00	7,3
	05/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,30E-02	3,14E+02	2,79E+00	7,6
	12/07/2016	Hebdomadaire	2,20E-02	9,20E-02	3,22E+02	2,79E+00	6,9
	19/07/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	1,09E-01	3,36E+02	2,92E+00	7,9
	26/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,50E-02	3,22E+02	2,93E+00	7,7
	02/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	2,20E-01	2,10E+02	7,60E+00	7,3
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,10E-02	3,16E+02	1,02E+00	7,4
	16/08/2016	Hebdomadaire	5,10E-02	1,38E-01	3,16E+02	3,03E+00	7,3
	23/08/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,21E-01	3,24E+02	2,08E+00	7,4
	30/08/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	9,90E-02	3,19E+02	3,08E+00	7,6
	06/09/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	9,40E-02	3,19E+02	3,02E+00	7,4
	13/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,25E-01	3,27E+02	3,03E+00	7,4
	20/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,19E-01	3,25E+02	3,12E+00	7,5
	27/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,60E-02	3,23E+02	1,00E+00	7,5
04/10/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	9,10E-02	3,20E+02	2,21E+00	7,5	
11/10/2016	Hebdomadaire	5,40E-02	1,62E-01	3,16E+02	2,10E+00	7,5	
18/10/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,13E-01	3,23E+02	3,05E+00	7,4	
25/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,18E-01	3,14E+02	3,31E+00	7,5	
31/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,18E-01	3,13E+02	3,31E+00	7,5	
08/11/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,34E-01	3,17E+02	3,28E+00	7,4	
15/11/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,05E-01	3,07E+02	2,94E+00	7,7	
22/11/2016	Hebdomadaire	2,80E-02	1,18E-01	2,95E+02	3,70E+00	7,4	
29/11/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	9,50E-02	3,20E+02	3,40E+00	7,4	
06/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,30E-02	3,36E+02	2,21E+00	7,3	
13/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,90E-02	3,19E+02	2,76E+00	7,3	
20/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,04E-01	3,25E+02	3,28E+00	7,6	
27/12/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,12E-01	3,25E+02	3,38E+00	7,6	

Tableau 7.4-35 Analyses radiologiques des eaux de la Sainte-Hélène (R6)

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH
R 6	05/01/2016	Hebdomadaire	2,50E-02	8,20E-02	4,10E+01	2,14E+00	7,6
	12/01/2016	Hebdomadaire	1,60E-02	9,00E-02	7,50E+00	2,14E+00	7,6
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,12E-01	9,50E+00	2,17E+00	7,7
	26/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,20E-02	1,37E+01	2,37E+00	7,6
	02/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,90E-02	1,79E+01	1,71E+00	7,6
	09/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	1,27E+01	1,89E+00	7,6
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,10E-02	1,27E+01	2,34E+00	7,4
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,25E-01	2,36E+01	2,44E+00	7,7
	01/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	1,75E+01	2,50E+00	7,5
	08/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,04E-01	2,09E+01	2,32E+00	7,4
	15/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,80E-02	1,57E+01	2,70E+00	7,8
	22/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,28E-01	1,27E+01	2,93E+00	7,7
	29/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,22E-01	1,60E+01	2,63E+00	7,7
	05/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,32E-01	1,94E+01	2,69E+00	7,7
	12/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,36E-01	2,49E+01	2,60E+00	7,9
	19/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,40E-01	2,81E+01	2,66E+00	7,7
	26/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,38E-01	2,60E+01	2,99E+00	7,8
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,90E-02	2,24E+01	2,58E+00	7,9
	10/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,40E-01	3,09E+01	2,80E+00	7,9
	17/05/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,52E-01	2,95E+01	2,80E+00	8,0
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,18E-01	1,71E+01	2,72E+00	7,8
	31/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,32E-01	2,23E+01	2,72E+00	7,8
	07/06/2016	Hebdomadaire	1,90E-02	1,11E-01	2,21E+01	2,78E+00	8,0
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,26E-01	2,46E+01	2,78E+00	7,6
	21/06/2016	Hebdomadaire	< 1,00E-02	7,10E-02	1,25E+01	2,14E+00	7,6
	28/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,90E-02	1,68E+01	2,11E+00	7,6
	05/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,43E-01	2,83E+01	2,42E+00	7,8
	12/07/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	1,40E-01	3,00E+01	2,51E+00	7,1
	19/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,26E-01	3,10E+01	2,74E+00	7,9
	26/07/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	1,15E-01	3,10E+01	1,92E+00	8,0
	02/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,22E-01	3,60E+01	2,33E+00	7,6
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	1,80E+01	2,55E+00	7,7
	16/08/2016	Hebdomadaire	5,60E-02	1,63E-01	3,20E+01	2,74E+00	7,9
	23/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,41E-01	2,93E+01	2,90E+00	7,9
	30/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,17E-01	2,79E+01	2,81E+00	8,0
	06/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,29E-01	2,46E+01	2,74E+00	7,7
	13/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,17E-01	2,80E+01	2,64E+00	7,7
	20/09/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,57E-01	2,45E+01	2,84E+00	8,0
	27/09/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,13E-01	1,47E+01	2,01E+00	7,6
	04/10/2016	Hebdomadaire	1,60E-02	1,32E-01	1,03E+01	2,72E+00	7,7
	11/10/2016	Hebdomadaire	3,10E-02	1,26E-01	1,61E+01	2,52E+00	7,8
	18/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,20E-02	1,38E+01	2,27E+00	7,6
25/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,27E-01	2,09E+01	2,72E+00	7,8	
31/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,24E-01	2,17E+01	2,72E+00	7,6	
08/11/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,35E-01	1,89E+01	2,48E+00	7,8	
15/11/2016	Hebdomadaire	2,60E-02	9,40E-02	1,32E+01	2,17E+00	7,7	
22/11/2016	Hebdomadaire	2,60E-02	1,08E-01	1,80E+01	2,63E+00	7,6	
29/11/2016	Hebdomadaire	4,30E-02	1,24E-01	1,24E+01	2,53E+00	7,5	
06/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,58E-01	2,18E+01	1,83E+00	7,7	
13/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,00E-02	2,25E+01	2,47E+00	7,9	
20/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,80E-02	1,95E+01	2,90E+00	7,7	
27/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,90E-02	2,76E+01	2,90E+00	7,9	

**Tableau 7.4-36 Analyses radiologiques des eaux à la confluence du Grand-Bel et  
de la Sainte-Hélène (R6-10)**

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Débit instantané m <sup>3</sup> /h
R 6-10	05/01/2016	Hebdomadaire	2,80E-02	1,60E-01	4,10E+01	2,99E+00	7,6	813,17
	12/01/2016	Hebdomadaire	3,20E-02	1,03E-01	1,80E+01	2,90E+00	7,6	418,64
	19/01/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,19E-01	2,91E+01	2,63E+00	7,7	287,60
	26/01/2016	Hebdomadaire	2,30E-02	7,40E-02	2,59E+01	2,83E+00	7,7	257,51
	02/02/2016	Hebdomadaire	4,80E-02	1,54E-01	1,95E+01	3,55E+00	7,4	506,88
	09/02/2016	Hebdomadaire	3,00E-02	1,90E-01	1,25E+01	3,65E+00	7,4	552,60
	16/02/2016	Hebdomadaire	< 1,50E-02	9,70E-02	1,81E+01	3,09E+00	7,5	405,76
	23/02/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,30E-01	2,05E+01	3,30E+00	7,6	417,60
	01/03/2016	Hebdomadaire	3,80E-02	1,25E-01	2,08E+01	3,60E+00	7,6	378,00
	08/03/2016	Hebdomadaire	1,90E-02	1,26E-01	2,40E+01	2,68E+00	7,7	304,34
	15/03/2016	Hebdomadaire	2,10E-02	1,13E-01	2,08E+01	2,80E+00	7,7	349,74
	22/03/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	8,70E-02	2,44E+01	2,73E+00	7,7	297,68
	29/03/2016	Hebdomadaire	1,70E-02	1,27E-01	1,75E+01	2,91E+00	7,6	290,34
	05/04/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	7,70E-02	2,62E+01	2,69E+00	7,5	251,68
	12/04/2016	Hebdomadaire	3,00E-02	1,70E-01	2,12E+01	1,94E+00	7,6	199,80
	19/04/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,31E-01	2,15E+01	2,57E+00	7,6	182,70
	26/04/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	9,30E-02	2,51E+01	2,80E+00	7,8	174,60
	03/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,00E-02	2,29E+01	2,40E+00	7,8	163,08
	10/05/2016	Hebdomadaire	3,20E-02	6,90E-02	2,32E+01	2,52E+00	7,7	149,29
	17/05/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,50E-02	2,18E+01	2,42E+00	7,7	151,96
	24/05/2016	Hebdomadaire	< 1,50E-02	9,60E-02	2,13E+01	2,53E+00	7,7	144,36
	31/05/2016	Hebdomadaire	2,00E-02	9,30E-02	2,11E+01	2,44E+00	7,7	123,98
	07/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,03E-01	2,28E+01	2,87E+00	7,8	122,15
	14/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,13E-01	2,19E+01	2,69E+00	7,9	124,02
	21/06/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	7,80E-02	1,84E+01	2,49E+00	7,7	159,34
	28/06/2016	Hebdomadaire	3,10E-02	7,60E-02	1,99E+01	2,38E+00	7,7	137,23
	05/07/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,05E-01	2,37E+01	2,51E+00	7,7	123,26
	12/07/2016	Hebdomadaire	< 1,50E-02	1,07E-01	1,91E+01	2,60E+00	7,1	121,75
	19/07/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,08E-01	2,10E+01	3,30E+00	8,1	112,86
	26/07/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,11E-01	2,41E+01	2,74E+00	7,7	95,94
	02/08/2016	Hebdomadaire	8,90E-02	4,10E-01	1,97E+01	8,40E+00	7,4	198,00
	09/08/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,12E-01	1,70E+01	2,55E+00	7,7	123,95
16/08/2016	Hebdomadaire	5,40E-02	1,52E-01	2,39E+01	2,56E+00	7,7	0,00	
23/08/2016	Hebdomadaire	4,40E-02	1,19E-01	2,27E+01	3,75E+00	7,6	89,06	
30/08/2016	Hebdomadaire	4,10E-02	1,04E-01	2,32E+01	2,72E+00	7,8	87,88	
06/09/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	1,54E-01	1,98E+01	2,92E+00	7,7	91,01	
13/09/2016	Hebdomadaire	2,90E-02	1,26E-01	2,40E+01	2,84E+00	7,6	97,20	
20/09/2016	Hebdomadaire	2,40E-02	1,01E-01	2,56E+01	2,93E+00	7,9	97,06	
27/09/2016	Hebdomadaire	4,40E-02	1,28E-01	3,00E+01	2,92E+00	7,6	142,27	
04/10/2016	Hebdomadaire	4,60E-02	1,32E-01	1,86E+01	1,79E+00	7,6	115,56	
11/10/2016	Hebdomadaire	4,30E-02	1,39E-01	1,66E+01	2,41E+00	7,7	113,15	
18/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,10E-01	1,63E+01	2,66E+00	7,6	116,42	
25/10/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,01E-01	1,71E+01	3,01E+00	7,5	106,92	
31/10/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,45E-01	1,90E+01	3,01E+00	7,4	112,90	
08/11/2016	Hebdomadaire	2,50E-02	1,21E-01	1,82E+01	2,78E+00	7,7	93,42	
15/11/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	1,39E-01	1,70E+01	2,94E+00	7,7	137,84	
22/11/2016	Hebdomadaire	2,60E-02	1,48E-01	2,27E+01	4,29E+00	7,6	155,52	
29/11/2016	Hebdomadaire	5,00E-02	1,52E-01	1,98E+01	3,01E+00	7,6	128,09	
06/12/2016	Hebdomadaire	1,80E-02	1,19E-01	2,55E+01	2,21E+00	7,6	100,48	
13/12/2016	Hebdomadaire	2,50E-02	1,23E-01	2,41E+01	3,34E+00	7,7	100,69	
20/12/2016	Hebdomadaire	2,70E-02	1,70E-01	2,59E+01	3,97E+00	7,7	97,78	
27/12/2016	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,15E-01	2,30E+01	3,09E+00	7,8	107,46	
<b>Débit moyen</b>								<b>196,74</b>

Tableau 7.4-37 Analyses radiologiques des eaux à la source de la Sainte-Hélène (GPNE)

Date	Alpha global Bq/L	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	Volumes rejetés m <sup>3</sup>
15/01/2016	< 2,90E-02	1,40E-01	1,60E+01	< 5,00E-02	< 8,70E-01	< 1,40E-01	< 4,90E-02	< 6,00E-02	2,20E+00	65936
01/02/2016	< 2,90E-02	1,50E-01	1,30E+01	< 5,20E-02	< 8,70E-01	< 1,50E-01	< 4,70E-02	< 5,80E-02	2,30E+00	35926
15/02/2016	< 2,70E-02	< 7,00E-02	2,60E+01	< 6,40E-02	< 8,70E-01	< 1,50E-01	< 5,10E-02	< 5,20E-02	2,40E+00	41469
01/03/2016	< 2,90E-02	< 7,00E-02	1,70E+01	< 4,40E-02	< 8,80E-01	< 1,30E-01	< 4,00E-02	< 4,70E-02	2,60E+00	24103
15/03/2016	< 2,90E-02	1,30E-01	1,20E+01	< 5,20E-02	< 8,60E-01	< 1,60E-01	< 4,60E-02	< 6,50E-02	2,60E+00	33201
01/04/2016	< 3,00E-02	< 7,00E-02	6,40E+00	< 5,40E-02	< 8,80E-01	< 1,40E-01	< 4,60E-02	< 5,90E-02	2,70E+00	15590
15/04/2016	< 2,90E-02	1,70E-01	7,70E+00	< 5,10E-02	< 8,70E-01	< 1,30E-01	< 4,50E-02	< 4,80E-02	2,50E+00	6685
01/05/2016	< 3,00E-02	1,70E-01	1,60E+01	< 5,80E-02	< 8,80E-01	< 1,50E-01	< 4,20E-02	< 5,20E-02	2,70E+00	12900
15/05/2016	< 3,10E-02	1,20E-01	1,50E+01	< 5,70E-02	< 8,70E-01	< 1,30E-01	< 4,70E-02	< 5,40E-02	2,70E+00	6585
01/06/2016	< 3,00E-02	2,20E-01	2,20E+01	< 4,70E-02	< 8,70E-01	< 1,20E-01	< 4,20E-02	< 4,80E-02	2,70E+00	8019
15/06/2016	< 3,10E-02	2,00E-01	9,00E+00	< 6,10E-02	< 8,60E-01	< 1,40E-01	< 4,60E-02	< 6,20E-02	2,70E+00	6920
01/07/2016	< 2,90E-02	1,60E-01	8,00E+00	< 5,00E-02	< 8,80E-01	< 1,20E-01	< 3,90E-02	< 4,40E-02	2,50E+00	14349
15/07/2016	< 3,00E-02	1,30E-01	1,50E+01	< 6,10E-02	< 8,70E-01	< 1,40E-01	< 4,20E-02	< 4,80E-02	2,50E+00	8443
01/08/2016	< 3,10E-02	1,80E-01	2,30E+01	< 5,20E-02	< 8,60E-01	< 1,50E-01	< 4,70E-02	< 5,30E-02	2,50E+00	8478
15/08/2016	< 2,80E-02	9,70E-02	1,00E+01	< 5,50E-02	< 8,80E-01	< 1,30E-01	< 4,60E-02	< 5,30E-02	2,50E+00	14106
01/09/2016	< 3,20E-02	1,70E-01	2,00E+01	< 4,60E-02	< 8,60E-01	< 1,40E-01	< 5,10E-02	< 5,60E-02	2,90E+00	7943
15/09/2016	< 3,00E-02	< 7,40E-02	1,80E+01	< 6,00E-02	< 8,50E-01	< 1,70E-01	< 4,20E-02	< 5,70E-02	2,70E+00	6713
01/10/2016	< 3,00E-02	1,30E-01	1,40E+01	< 5,10E-02	< 8,60E-01	< 1,60E-01	< 5,00E-02	< 6,00E-02	2,70E+00	9703
15/10/2016	< 2,80E-02	< 7,10E-02	7,20E+00	< 4,40E-02	< 8,90E-01	< 1,20E-01	< 4,40E-02	< 4,70E-02	2,70E+00	13540
01/11/2016	< 3,00E-02	1,40E-01	9,70E+00	< 5,50E-02	< 8,70E-01	< 1,40E-01	< 4,30E-02	< 5,50E-02	2,50E+00	12796
15/11/2016	< 2,90E-02	1,10E-01	1,50E+01	< 5,10E-02	< 8,80E-01	< 1,40E-01	< 4,70E-02	< 4,80E-02	2,40E+00	8329
01/12/2016	< 5,00E-02	1,10E-01	< 4,40E+00	< 5,80E-02	< 8,70E-01	< 1,40E-01	< 4,90E-02	< 5,40E-02	2,20E+00	16406
15/12/2016	< 3,00E-02	< 7,40E-02	< 4,60E+00	< 5,40E-02	< 8,70E-01	< 1,40E-01	< 4,50E-02	< 4,50E-02	2,70E+00	6664
01/01/2017	< 3,00E-02	1,20E-01	1,00E+01	< 4,60E-02	< 8,70E-01	< 1,30E-01	< 4,80E-02	< 5,50E-02	2,50E+00	9291
									Somme	394093

Tableau 7.4-38 Analyses radiochimiques des eaux et des sédiments de la Sainte-Hélène aux points R6, R6-10 et SR6-10

LES EAUX					LES SEDIMENTS	
Prélèvement 21/06/2016	R6		R6-10		Prélèvement 21/06/2016	SR6-10
	soluble	insoluble	soluble	insoluble		
Activité en Bq/L	Valeur	Valeur	Valeur	Valeur	Activité en Bq/kg sec	Valeur
<b>Spectrométrie gamma</b>					<b>Spectrométrie gamma</b>	
<sup>40</sup> K	<6,00E-02	<6,00E-02	6,80E-02 +/- 4,50E-02	<9,00E-02	<sup>40</sup> K	4,84E+02 +/- 4,70E+01
<sup>60</sup> Co	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-02	<5,00E-03	<sup>60</sup> Co	<5,00E-01
<sup>94</sup> Nb	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<4,00E-03	<sup>94</sup> Nb	<6,00E-01
<sup>108m</sup> Ag	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<4,00E-03	<sup>108m</sup> Ag	<5,00E-01
<sup>110m</sup> Ag	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<4,00E-03	<sup>110m</sup> Ag	<6,00E-01
<sup>134</sup> Cs	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<4,00E-03	<sup>134</sup> Cs	<5,00E-01
<sup>137</sup> Cs	<3,00E-03	<3,00E-03	<2,00E-03	<5,00E-03	<sup>137</sup> Cs	5,90E+00 +/- 1,10E+00
<sup>210</sup> Pb	<7,00E-02	<6,00E-02	<2,00E-02	<6,00E-02	<sup>210</sup> Pb	1,34E+03 +/- 2,70E+02
<sup>212</sup> Pb	<6,00E-03	<6,00E-03	<3,00E-03	<7,00E-03	<sup>212</sup> Pb	4,90E+01 +/- 8,00E+00
<sup>214</sup> Pb	<8,00E-02	<8,00E-02	<3,00E-02	<2,00E-01	<sup>214</sup> Pb	6,00E+01 +/- 1,20E+01
<sup>226</sup> Ra	<8,00E-02	<8,00E-02	<3,00E-02	<2,00E-01	<sup>226</sup> Ra	4,30E+01 +/- 1,00E+01
<sup>228</sup> Ra	<1,00E-02	<1E-02	<8,00E-03	<2,00E-02	<sup>228</sup> Ra	5,30E+01 +/- 7,00E+00
<sup>234</sup> Th	<6,00E-02	<6,00E-02	<2,00E-02	<6,00E-02	<sup>234</sup> Th	3,20E+01 +/- 1,10E+01
<sup>235</sup> U	<5,00E-03	<5,00E-03	<2,00E-03	<5,00E-02	<sup>235</sup> U	<7,00E+00
<sup>241</sup> Am	<5,00E-03	<5,00E-03	<2,00E-03	<5,00E-03	<sup>241</sup> Am	<1,00E+00
<b>Spectrométrie alpha</b>					<b>Spectrométrie alpha</b>	
<sup>226</sup> Ra @	1,20E-02		<5,00E-03			
<sup>234</sup> U	1,03E-03 +/- 4,80E-04	2,30E-04 +/- 4,00E-05	3,10E-03 +/- 1,20E-03	9,50E-04 +/- 4,30E-04	<sup>234</sup> U	2,10E+01
<sup>235</sup> U	<6,00E-05	<4,00E-05	1,70E-04 +/- 1,60E-04	<4,00E-05	<sup>235</sup> U	1,30E+00
<sup>238</sup> U	4,90E-04 +/- 2,80E-04	1,20E-04 +/- 1,20E-04	9,50E-04 +/- 4,40E-04	4,80E-04 +/- 2,60E-04	<sup>238</sup> U	1,90E+01 +/- 7,00E+00
<sup>238</sup> Pu	<1,00E-04	<8,00E-04	<8,00E-04	<1,00E-03	<sup>238</sup> Pu	<9,00E-01
<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<3,00E-04	<4,00E-04	<5,00E-04	<5,00E-04	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<3,00E-01
<sup>241</sup> Am	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<sup>241</sup> Am	<9,00E-02
<sup>244</sup> Cm	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<sup>244</sup> Cm	<1,00E-01
<b>Scintillation liquide</b>					<b>Scintillation liquide</b>	
<sup>3</sup> H	1,59E+01 +/- 4,30E+00		1,88E+01 +/- 4,50E+00			
<sup>14</sup> C	<1,00E+00	<5,00E-01	<1,00E+00	<4,00E-01	<sup>14</sup> C	<4,80E+01
<sup>36</sup> Cl	<2,00E-01	<1,00E-01	<2,00E-01	<1,00E-01	<sup>36</sup> Cl	<6,00E+00
<sup>63</sup> Ni	<4,00E-02	<6,00E-02	<4,00E-02	<5,00E-02	<sup>63</sup> Ni	<7,00E+00
<sup>90</sup> Sr	<3,00E-02	<3,00E-02	<4,00E-02	<3,00E-02	<sup>90</sup> Sr	<4,00E+00
<sup>99</sup> Tc	<1,00E-01	1,50E-01 +/- 1,40E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<sup>99</sup> Tc	<6,00E+00
<sup>151</sup> Sm	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<sup>151</sup> Sm	<8,00E+00
<sup>241</sup> Pu	<2,00E-02	<1,00E-02	<2,00E-02	<1,00E-02	<sup>241</sup> Pu	<9,00E+00
<b>Spectrométrie X</b>					<b>Spectrométrie X</b>	
<sup>59</sup> Ni	<4,00E-01	<4,00E-01	<4,00E-01	<3,00E-01	<sup>59</sup> Ni	<3,20E+02
<b>ICP-Masse</b>					<b>ICP-Masse</b>	
<sup>232</sup> Th	<7,00E-03	<4,00E-03	<8,00E-03	<5,00E-03	<sup>232</sup> Th	3,10E+01 +/- 7,00E+00

@ Piégeage sur MnO<sub>2</sub>

**Tableau 7.4-39 Analyses physico-chimiques des eaux des ruisseaux**  
(1/2)

	Paramètres	Unités	R1-10		R3	
Structure naturelle des eaux	Date		19/01/2016	26/09/2016	19/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	7,1 +/- 0,05	6,8 +/- 0,05	6,8 +/- 0,05	6,9 +/- 0,05
	Conductivité	µS/cm	274 +/- 5	284 +/- 6	289 +/- 6	282 +/- 6
	O <sub>2</sub> dissous	mgO <sub>2</sub> /L	10,7 +/- 0,1	11,9 +/- 0,1	9,3 +/- 0,1	11,1 +/- 0,1
	Température	°C	6 +/- 0,5	14 +/- 0,5	9 +/- 0,5	14 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	486 +/- 24	465 +/- 23	499 +/- 25	259 +/- 13
	DBO5	mg/L	<2	3 +/- 0,15	<2	3 +/- 0,15
	DCO	mg/L	6 +/- 0,7	6 +/- 0,7	<5	11 +/- 0,9
	Biodégradabilité	-	<3	2	<2,5	3,67
	MEST	mg/L	5 +/- 0,25	5 +/- 0,25	7 +/- 0,35	21 +/- 1,1
	COD	mg/L	2,2 +/- 0,2	2,4 +/- 0,22	1 +/- 0,19	1,6 +/- 0,14
	NTK	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,8 +/- 0,04
	Potassium	mg/L	2,1 +/- 0,11	2,2 +/- 0,11	2,9 +/- 0,15	3,1 +/- 0,16
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	13 +/- 0,7	16 +/- 0,8	19 +/- 1	21 +/- 1,1
	Nitrites	µg/L	9 +/- 0,45	22 +/- 1,1	6 +/- 0,3	25 +/- 1,3
	NGL	mg/L	<3,44	<4,12	<4,79	5,6 +/- 2,3
	Phosphates	µg/L	0,07 +/- 0,004	0,21 +/- 0,01	0,05 +/- 0,002	0,33 +/- 0,02
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10
	Bore dissous	µg/L	17 +/- 0,9	17 +/- 0,9	17 +/- 0,9	18 +/- 0,9
	Baryum dissous	µg/L	31 +/- 1,6	32 +/- 1,6	38 +/- 1,9	36 +/- 1,8
	Fer dissous	µg/L	50 +/- 2,5	42 +/- 2,1	4 +/- 0,8	8 +/- 0,4
Substances toxiques	Manganèse dissous	µg/L	9 +/- 0,45	8 +/- 0,4	5 +/- 0,25	1 +/- 0,2
	Aluminium dissous	µg/L	26 +/- 1,3	13 +/- 0,7	5 +/- 0,25	5 +/- 0,25
	Arsenic dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Cuivre dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Mercure total	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4
Zinc dissous	µg/L	5 +/- 2	3 +/- 1,2	4 +/- 1,6	4 +/- 1,6	
Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	

Tableau 7.4-39 : Analyses physico-chimiques des eaux des ruisseaux

(2/2)

	Paramètres	Unités	R6		R6-10	
Structure naturelle des eaux	Date		19/01/2016	26/09/2016	19/01/2016	26/09/2016
	pH	UpH	7,4 +/- 0,05	7,5 +/- 0,05	7,5 +/- 0,05	7,5 +/- 0,05
	Conductivité	µS/cm	214 +/- 4,3	249 +/- 5	306 +/- 6	346 +/- 7
	O <sub>2</sub> dissous	mgO <sub>2</sub> /L	10,2 +/- 0,1	10,4 +/- 0,1	10,1 +/- 0,1	10,7 +/- 0,1
	Température	°C	6 +/- 0,5	16 +/- 0,5	7 +/- 0,5	15 +/- 0,5
	Redox	mV/ENH	427 +/- 21	108 +/- 5	468 +/- 23	249 +/- 12
	DBO5	mg/L	<2	2 +/- 0,1	<2	2 +/- 0,1
	DCO	mg/L	5 +/- 0,6	10 +/- 0,8	9 +/- 1,1	15 +/- 1,2
	Biodégradabilité	-	<2,5	5	<4,5	7,5
	MEST	mg/L	3 +/- 0,15	7 +/- 0,35	19 +/- 1	16 +/- 0,8
	COD	mg/L	2,1 +/- 0,19	3,4 +/- 0,31	2,1 +/- 0,19	3,2 +/- 0,29
	NTK	mg/L	<0,5	1 +/- 0,05	<0,5	1,5 +/- 0,08
	Potassium	mg/L	2,2 +/- 0,11	2,6 +/- 0,13	2,7 +/- 0,14	3 +/- 0,15
Substances indésirables	Nitrates	mg/L	5,4 +/- 0,27	5,8 +/- 0,29	26 +/- 1,3	28 +/- 1,4
	Nitrites	µg/L	7 +/- 0,35	54 +/- 2,7	18 +/- 0,9	45 +/- 2,3
	NGL	mg/L	<1,72	2,3 +/- 3	<6,38	7,8 +/- 3,7
	Phosphates	µg/L	<0,01	0,06 +/- 0,003	0,07 +/- 0,004	0,34 +/- 0,02
	Hydrocarbures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10
	Bore dissous	µg/L	18 +/- 0,90	28 +/- 1,4	21 +/- 1,1	25 +/- 1,3
	Baryum dissous	µg/L	23,00 +/- 1,20	23 +/- 1,2	40 +/- 2	37 +/- 1,9
	Fer dissous	µg/L	21 +/- 1,1	44 +/- 2,2	29 +/- 1,5	23 +/- 1,2
Manganèse dissous	µg/L	6 +/- 0,3	17 +/- 0,9	6 +/- 0,3	<1	
Substances toxiques	Aluminium dissous	µg/L	21 +/- 1,1	30 +/- 1,5	22 +/- 1,1	22 +/- 1,1
	Arsenic dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Cadmium dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Chrome dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Cuivre dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Etain dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Mercure dissous	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Mercure total	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Nickel dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5
	Plomb dissous	µg/L	<1	<1	<1	<1
	Uranium dissous	µg/L	<4	<4	<4	<4
	Zinc dissous	µg/L	77 +/- 3,9	5 +/- 2	15 +/- 0,8	3 +/- 1,2
Cyanures dissous	µg/L	<5	<5	<5	<5	

**Tableau 7.4-40 Analyses radiochimiques des sédiments aux points SR3, SR6 et SR6-10**

POINTS	DATE	FREQUENCE	Cs 134	Cs 137	Co 60	Ru-Rh 106	Sb 125	Am 241	Pu 238	Pu 239/240
			Bq/kg sec							
SR3	02/02/16	Trimestrielle	<9,20E-01	<8,80E-01	<9,20E-01	<6,30E+00	<1,90E+00	<4,50E-01	<6,00E-01	<1,70E+00
	03/05/16	Trimestrielle	<1,10E+00	9,00E-01	<9,90E-01	<7,70E+00	<2,10E+00	<7,70E-01	<2,80E-01	<1,00E+00
	09/08/16	Trimestrielle	<1,10E+00	<1,10E+00	<1,20E+00	<8,30E+00	<2,30E+00	<2,90E-01	<5,40E-01	<1,60E+00
	08/11/16	Trimestrielle	<9,70E-01	<1,00E+00	<1,00E+00	<8,00E+00	<2,00E+00	<6,90E-01	<4,90E-01	<1,70E+00
SR6	25/02/16	Trimestrielle	<1,97E-01	1,00E+01	<2,93E-01	<3,99E+00	<5,62E-01	<3,64E-01	2,10E-01	2,40E-01
	19/05/16	Trimestrielle	<2,15E-01	1,27E+01	<3,18E-01	<4,47E+00	<6,48E-01	<3,98E-01	<1,20E-01	2,80E-01
	26/07/16	Trimestrielle	<2,89E-01	3,00E+01	<4,29E-01	<6,46E+00	<8,81E-01	1,40E+00	2,90E-01	5,60E-01
	19/10/16	Trimestrielle	<4,71E-01	5,10E+01	1,05E+00	<9,96E+00	<1,34E+00	2,40E+00	6,40E-01	1,39E+00
SR6-10	02/02/16	Trimestrielle	<1,10E+00	1,10E+01	<1,10E+00	<7,40E+00	<2,20E+00	<1,30E+00	<1,60E+00	<2,60E+00
	03/05/16	Trimestrielle	<1,10E+00	1,05E+01	<1,20E+00	<7,90E+00	<2,20E+00	<4,00E-01	<4,90E-01	<1,60E+00
	09/08/16	Trimestrielle	<1,20E+00	1,08E+01	<1,10E+00	<8,30E+00	<2,30E+00	<4,70E-01	<3,30E-01	<5,80E-01
	08/11/16	Trimestrielle	<1,00E+00	7,00E+00	<1,10E+00	<7,60E+00	<2,20E+00	<8,60E-01	<5,90E-01	<9,90E-01

Tableau 7.4-41 Analyses physico-chimiques des sédiments des ruisseaux

	Paramètre	Unités	SR1-10		SR3		SR6	
			19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016
caractérisation du sédiment	Date		19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016	19/01/2016	27/09/2016
	Fract<2mm	% MS	77 +/- 15	86 +/- 26	96 +/- 19	91 +/- 27	93 +/- 19	88 +/- 26
	Fract	% MS	32 +/- 6	8,3 +/- 2,5	11,5 +/- 2,3	1,40 +/- 0,42	15,1 +/- 3	5,2 +/- 1,6
	COT	gC/kg MS	22 +/- 4,4	53 +/- 16	25 +/- 5	22 +/- 7	50 +/- 10	16 +/- 4,8
Substances toxiques	Aluminium	mg/kg MS	8100 +/- 1600	7700 +/- 2300	7200 +/- 1400	4600 +/- 1400	8700 +/- 1700	4700 +/- 1400
	Arsenic	mg/kg MS	5,2 +/- 1	6,9 +/- 2,1	3,2 +/- 0,6	3,6 +/- 1,1	5,8 +/- 1,2	4,4 +/- 1,3
	Bore	mg/kg MS	2,8 +/- 0,6	2,2 +/- 0,7	1,7 +/- 0,34	2,4 +/- 0,7	2,10 +/- 0,42	1,9 +/- 0,6
	Baryum	mg/kg MS	58 +/- 12	92 +/- 28	61 +/- 12	65 +/- 20	69 +/- 14	51 +/- 15
	Béryllium	mg/kg MS	0,43 +/- 0,09	0,56 +/- 0,17	0,31 +/- 0,06	0,35 +/- 0,11	0,59 +/- 0,12	0,5 +/- 0,15
	Cadmium	mg/kg MS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,42 +/- 0,08	<0,3
	Chrome	mg/kg MS	9,1 +/- 1,8	14 +/- 4,2	6 +/- 1,2	9,3 +/- 2,8	8,1 +/- 1,6	7,6 +/- 2,3
	Cuivre	mg/kg MS	9,3 +/- 1,9	13 +/- 3,9	12 +/- 2,4	12 +/- 3,6	22 +/- 4,4	11 +/- 3,3
	Etain	mg/kg MS	2 +/- 0,4	<0,05	4,4 +/- 0,9	<0,05	2,40 +/- 0,48	<0,05
	Fer	mg/kg MS	3000 +/- 600	15700 +/- 4700	8500 +/- 1700	6600 +/- 2000	2000 +/- 400	7000 +/- 2100
	Manganèse	mg/kg MS	200 +/- 40	540 +/- 160	100 +/- 20	88 +/- 26	340 +/- 70	130 +/- 39
	Mercuré	mg/kg MS	0,11 +/- 0,02	0,36 +/- 0,11	<0,1	0,06 +/- 0,02	<0,1	0,07 +/- 0,02
	Nickel	mg/kg MS	8,3 +/- 1,7	13 +/- 3,9	6,7 +/- 1,3	8,8 +/- 2,6	16 +/- 3,2	11 +/- 3,3
	Plomb	mg/kg MS	12 +/- 2,4	18 +/- 5	19 +/- 3,8	15 +/- 4,5	14 +/- 2,8	7,7 +/- 2,3
	Uranium	mg/kg MS	0,48 +/- 0,10	0,95 +/- 0,29	0,42 +/- 0,08	0,51 +/- 0,15	0,96 +/- 0,19	0,76 +/- 0,23
	Zinc	mg/kg MS	65 +/- 13	92 +/- 28	89 +/- 18	82 +/- 25	290 +/- 60	160 +/- 48
	Hydrocarbures totaux	mg/kg MS	99 +/- 20	110 +/- 33	80 +/- 16	<50	<50	<50
	HAP Benzo(a)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	150 +/- 30	160 +/- 48	<50	<50
	HAP Benzo(b)fluoranthène	µg/kg MS	<50	110 +/- 33	250 +/- 50	300 +/- 90	<50	<50
	HAP Benzo(ghi)pérylène	µg/kg MS	<50	<50	96 +/- 19	120 +/- 36	<50	<50
HAP Benzo(k)fluoranthène	µg/kg MS	<50	<50	70 +/- 14	100 +/- 30	<50	<50	
HAP Fluoranthène	µg/kg MS	56 +/- 11	98 +/- 29	380 +/- 80	430 +/- 130	<50	<50	
HAP Indéno(1,2,3-c-d)pyrène	µg/kg MS	<50	<50	85 +/- 17	76 +/- 23	<50	<50	
Somme des HAP(6)	µg/kg MS	56 +/- 11	208 +/- 62	1030 +/- 210	1186 +/- 356	0	0	

**Tableau 7.4-42 Contrôles radiologiques des eaux de pluie collectées à la station  
atmosphérique du Centre**

POINT	DATE	FREQUENCE	ALPHA Bq/L	BETA Bq/L	BETA hors <sup>40</sup> K Bq/L	TRITIUM Bq/L	K mg/L	pH	Pluie mm
PH1	11/01/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	5,80E-02	0,05 ± 0,04	3,60E+00	4,20E-01	5,4	69,0
	18/01/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	4,70E-02	<0,07	1,12E+01	4,80E-01	5,2	19,0
	25/01/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	8,70E-02	0,08 ± 0,04	< 2,20E+00	3,30E-01	4,4	17,0
	01/02/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	5,70E-02	0,05 ± 0,04	5,90E+00	4,20E-01	4,9	45,0
	08/02/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	8,10E-02	0,06 ± 0,04	1,26E+01	6,90E-01	5,0	40,0
	15/02/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	6,80E-02	0,04 ± 0,04	2,70E+00	8,50E-01	5,1	46,0
	22/02/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,00E-02	0,08 ± 0,04	< 2,10E+00	4,90E-01	4,5	19,0
	29/02/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	< 3,60E-02	NR	4,50E+00	< 2,20E-01	4,7	7,5
	07/03/16	Hebdomadaire	1,60E-02	1,29E-01	0,11 ± 0,05	6,00E+00	6,40E-01	4,5	26,0
	14/03/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	4,30E-02	<0,06	< 2,20E+00	8,80E-01	4,7	43,0
	21/03/16	Hebdomadaire	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	28/03/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,50E-02	0,07 ± 0,04	< 2,20E+00	8,30E-01	4,6	36,0
	04/04/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,20E-02	0,07 ± 0,04	1,20E+01	9,20E-01	5,0	8,0
	11/04/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,40E-02	0,08 ± 0,04	1,48E+01	5,00E-01	4,5	11,0
	18/04/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	4,30E-02	<0,07	< 2,20E+00	3,10E-01	4,2	10,0
	25/04/16	Hebdomadaire	1,50E-02	2,50E-01	0,21 ± 0,06	2,60E+00	1,45E+00	4,1	4,5
	02/05/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,39E-01	0,12 ± 0,05	1,00E+01	7,40E-01	4,1	4,3
	09/05/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	3,10E-01	0,29 ± 0,06	8,50E+00	8,00E-01	3,8	1,1
	16/05/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,80E-01	0,17 ± 0,05	< 2,10E+00	4,00E-01	3,8	6,3
	23/05/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,42E-01	0,14 ± 0,05	< 2,10E+00	2,20E-01	4,1	20,0
	30/05/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,80E-01	0,17 ± 0,05	< 2,30E+00	3,70E-01	3,9	4,4
	06/06/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	2,90E-01	0,28 ± 0,06	< 2,20E+00	2,90E-01	3,8	11,0
	13/06/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,13E-01	<0,04	2,40E+00	< 2,10E-01	4,1	23,0
	20/06/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	5,40E-02	<0,04	< 2,20E+00	< 2,10E-01	4,7	33,0
	27/06/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	< 3,60E-02	NR	< 2,10E+00	< 2,70E-01	4,4	53,0
	04/07/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	9,40E-02	0,09 ± 0,04	7,40E+00	2,30E-01	4,3	25,0
	11/07/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	2,00E-01	0,19 ± 0,05	6,50E+00	3,00E-01	3,9	4,1
	18/07/16	Hebdomadaire	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	25/07/16	Hebdomadaire	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	01/08/16	Hebdomadaire	2,50E-02	2,90E-01	0,26 ± 0,06	1,77E+01	9,60E-01	3,9	5,6
	08/08/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	8,30E-02	0,08 ± 0,04	< 2,10E+00	2,20E-01	4,8	74,0
	15/08/16	Hebdomadaire	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	22/08/16	Hebdomadaire	1,60E-02	3,10E-01	0,029 ± 0,04	< 2,10E+00	8,70E-01	3,9	7,5
	29/08/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	2,50E-01	0,023 ± 0,06	8,20E+00	6,90E-01	3,9	4,0
	05/09/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,30E-02	0,09 ± 0,04	2,40E+00	2,50E-01	4,6	19,0
	12/09/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	8,20E-02	0,07 ± 0,04	< 2,20E+00	2,70E-01	4,3	9,0
	19/09/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,12E-01	<0,05	< 2,10E+00	< 2,70E-01	4,1	21,0
	26/09/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,90E-01	0,17 ± 0,05	1,24E+01	7,10E-01	4,2	3,5
	03/10/16	Hebdomadaire	1,70E-02	8,10E-02	0,07 ± 0,04	1,43E+01	3,00E-01	4,4	13,0
	10/10/16	Hebdomadaire	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,0
	17/10/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	9,20E-02	0,09 ± 0,04	2,50E+00	2,20E-01	4,2	22,0
	24/10/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,11E-01	0,10 ± 0,05	2,40E+00	2,50E-01	4,4	12,0
	31/10/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,80E-01	0,16 ± 0,05	< 2,10E+00	5,60E-01	4,0	2,5
	07/11/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	4,20E-02	<0,04	3,30E+00	< 2,00E-01	4,3	20,0
	14/11/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	7,10E-02	0,06 ± 0,04	3,10E+00	3,00E-01	4,7	29,0
	21/11/16	Hebdomadaire	2,20E-02	1,09E-01	0,09 ± 0,04	8,00E+00	8,60E-01	5,2	64,0
	28/11/16	Hebdomadaire	< 1,40E-02	1,24E-01	0,07 ± 0,05	< 2,10E+00	2,14E+00	4,9	16,0
12/12/16	Hebdomadaire	5,80E-02	2,70E-01	0,23 ± 0,06	2,30E+00	1,45E+00	4,3	5,0	
19/12/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	2,10E-01	0,19 ± 0,05	< 2,20E+00	7,80E-01	3,9	5,2	
26/12/16	Hebdomadaire	< 1,30E-02	1,58E-01	0,15 ± 0,05	< 2,10E+00	4,20E-01	4,2	25,0	
02/01/17	Hebdomadaire	< 1,60E-02	1,01E-01	0,09 ± 0,04	< 2,10E+00	4,20E-01	4,7	12,0	
									<b>955,5</b>

Tableau 7.4-43 Analyses physico-chimiques des eaux de pluie

## Prélèvements réalisés lors des campagnes hautes et basses eaux

Paramètres	Unités	18/01/2016		Flux en kg	27/09/2016		Flux en kg
		Date de prélèvement					
Paramètres physico-chimiques	pH	UpH	5,6 +/- 0,05	-	4,2 +/- 0,05	-	-
	Conductivité	µS/cm	90 +/- 1,8	-	132 +/- 2,6	-	-
	Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	15,3 +/- 0,1	-	9,9 +/- 0,1	-	-
	Température	°C	3 +/- 0,5	-	17 +/- 0,5	-	-
	Redox	mV/ENH	514 +/- 26	-	632 +/- 32	-	-
	COT	mg/L	0,5 +/- 0,1	-	1,5 +/- 0,14	-	-
	MEST	mg/L	<2	-	<2	-	-
<b>Substances toxiques</b>	Cyanures	µg/L	<5	-	<5	-	-
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur un mois</b>			<b>Mars</b>	<b>H1 = 582,10 mm</b>	<b>Novembre</b>		<b>H2 = 373,40 mm</b>
Paramètres physico-chimiques	Chlorures	mg/L	40 +/- 2	3490	38 +/- 1,9	2130	
	Calcium	mg/L	0,9 +/- 0,05	79	0,4 +/- 0,1	22	
	Potassium	mg/L	0,7 +/- 0,04	61	0,7 +/- 0,04	39,2	
Substances indésirables	Sulfates	mg/L	5,9 +/- 0,3	520	6 +/- 0,3	336	
	Manganèse	µg/L	2 +/- 0,4	0,44	<1	0,45	
	Baryum	µg/L	<2	0,18	<2	0,03	
	Hydrocarbures	µg/L	<10	0,09	<10	0,06	
Substances toxiques	Aluminium	µg/L	13 +/- 0,7	0,44	8 +/- 0,4	0,28	
	Fer	µg/L	5 +/- 1	1,14	8 +/- 0,4	0,45	
	Arsenic	µg/L	<1	0,04	<1	0,03	
	Etain	µg/L	<5	0,22	<5	0,14	
	Mercure	µg/L	<0,5	0,02	<0,5	0,01	
<b>Prélèvements semestriels échantillonnés sur six mois</b>			<b>Semestre 1</b>		<b>Semestre 2</b>		
Paramètres physico-chimiques	DCO	mg/L	<5	-	<5	-	
Substances indésirables	Cuivre	µg/L	46 +/- 2,3	4,0	42 +/- 2,1	2,4	
	Bore	µg/L	<5	0,22	<5	0,14	
Substances toxiques	Nickel	µg/L	<5	0,22	5 +/- 0,45	0,28	
	Zinc	µg/L	75 +/- 3,8	6,6	85 +/- 4,3	4,8	
	Cadmium	µg/L	<1	0,04	<1	0,03	
	Chrome	µg/L	<1	0,04	<1	0,03	
	Plomb	µg/L	1 +/- 0,6	0,09	2 +/- 0,1	0,11	

Tableau 7.4-44 Contrôles radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique

(1/2)

POINT	DATE	ALPHA Bq/m <sup>3</sup>	BETA Bq/m <sup>3</sup>	TRITIUM Bq/m <sup>3</sup>	POINT	DATE	ALPHA Bq/m <sup>3</sup>	BETA Bq/m <sup>3</sup>	TRITIUM Bq/m <sup>3</sup>
AS1	05/01/2016	<4,64E-06	7,10E-05		AS1	04/04/16	2,00E-05	2,98E-04	<1,43E-01
	06/01/2016	<4,81E-06	9,30E-05			05/04/16	9,00E-06	2,13E-04	
	07/01/2016	<4,65E-06	1,13E-04			06/04/16	1,10E-05	2,25E-04	
	08/01/2016	5,00E-06	1,52E-04			07/04/16	1,20E-05	2,14E-04	
	11/01/2016	5,10E-06	1,54E-04	<1,44E-01		08/04/16	<5,36E-06	7,70E-05	
	12/01/2016	1,10E-05	1,58E-04			11/04/16	9,00E-06	2,19E-04	3,60E-01
	13/01/2016	1,10E-05	2,54E-04			12/04/16	7,00E-06	1,79E-04	
	14/01/2016	<4,69E-06	1,52E-04			13/04/16	<4,53E-06	2,62E-04	
	15/01/2016	<4,56E-06	1,70E-04			14/04/16	1,70E-05	2,91E-04	
	18/01/2016	8,10E-06	2,27E-04	<1,47E-01		15/04/16	8,00E-06	1,76E-04	
	19/01/2016	2,10E-05	5,30E-04			18/04/16	1,00E-05	1,61E-04	<3,01E-01
	20/01/2016	1,70E-05	5,60E-04			19/04/16	2,20E-05	3,20E-04	
	21/01/2016	2,40E-05	5,60E-04			20/04/16	1,90E-05	3,00E-04	
	22/01/2016	1,40E-05	5,30E-04			21/04/16	1,50E-05	2,02E-04	
	25/01/2016	1,00E-05	2,52E-04	<1,54E-01		22/04/16	2,80E-05	3,60E-04	
	26/01/2016	7,00E-06	3,20E-04			25/04/16	1,90E-05	2,88E-04	<3,29E-01
	27/01/2016	<4,64E-06	1,27E-04			26/04/16	1,90E-05	3,30E-04	
	28/01/2016	<4,61E-06	1,14E-04			27/04/16	1,20E-05	1,91E-04	
	29/01/2016	<4,85E-06	1,41E-04			28/04/16	1,30E-05	2,12E-04	
	01/02/2016	7,10E-06	1,59E-04	<2,32E-01		29/04/16	1,20E-05	1,64E-04	
	02/02/2016	1,10E-05	2,32E-04			02/05/16	8,00E-06	1,70E-04	<1,56E-01
	03/02/2016	5,00E-06	2,15E-04			03/05/16	1,00E-05	1,69E-04	
	04/02/2016	7,00E-06	1,72E-04			04/05/16	1,00E-05	1,66E-04	
	05/02/2016	1,20E-05	1,60E-04			06/05/16	3,00E-05	4,00E-04	
	08/02/2016	9,20E-06	2,49E-04	2,20E-01		09/05/16	1,04E-04	9,00E-04	<2,79E-01
	09/02/2016	<6,54E-06	6,70E-04			10/05/16	4,90E-05	5,50E-04	
	10/02/2016	8,00E-06	1,98E-04			11/05/16	3,40E-05	4,70E-04	
	11/02/2016	<4,64E-06	8,30E-05			12/05/16	2,50E-05	4,40E-04	
	12/02/2016	6,00E-06	9,70E-05			13/05/16	5,20E-05	7,70E-04	
	15/02/2016	3,00E-06	1,80E-04	<1,37E-01		16/05/16	7,10E-05	5,30E-04	<1,39E-01
	16/02/2016	1,00E-05	2,23E-04			17/05/16	5,10E-05	7,30E-04	
	17/02/2016	1,40E-05	2,81E-04			18/05/16	3,80E-05	7,10E-04	
	18/02/2016	6,00E-06	2,57E-04			19/05/16	1,40E-05	1,20E-04	
	19/02/2016	<4,63E-06	1,25E-04			20/05/16	6,00E-06	1,55E-04	
	22/02/2016	2,80E-06	7,40E-05	<1,37E-01		23/05/16	1,70E-05	2,57E-04	<3,66E-01
	23/02/2016	8,00E-06	1,61E-04			24/05/16	<4,41E-06	1,35E-04	
	24/02/2016	<4,62E-06	1,32E-04			25/05/16	7,00E-06	1,61E-04	
	25/02/2016	6,00E-06	1,71E-04			26/05/16	6,00E-06	1,48E-04	
	26/02/2016	1,00E-05	1,57E-04			27/05/16	1,30E-05	2,46E-04	
	29/02/2016	1,80E-05	3,40E-04	<1,40E-01		30/05/16	3,70E-05	3,24E-04	<8,66E-01
	01/03/2016	1,90E-05	4,00E-04			31/05/16	3,00E-05	5,00E-04	
	02/03/2016	1,10E-05	2,38E-04			01/06/16	3,40E-05	2,74E-04	
03/03/2016	<4,65E-06	9,90E-05		02/06/16	6,00E-06	2,00E-04			
04/03/2016	<4,45E-06	1,30E-04		03/06/16	1,50E-05	2,26E-04			
07/03/2016	5,80E-06	1,44E-04	<1,47E-01	06/06/16	1,10E-05	2,64E-04	<1,47E-01		
08/03/2016	1,10E-05	2,49E-04		07/06/16	3,80E-05	4,20E-04			
09/03/2016	5,00E-06	1,20E-04		08/06/16	4,20E-05	7,40E-04			
10/03/2016	<4,62E-06	5,20E-05		09/06/16	3,80E-05	6,70E-04			
11/03/2016	9,00E-06	1,99E-04		10/06/16	4,20E-05	5,90E-04			
14/03/2016	8,50E-05	5,40E-04	<1,40E-01	13/06/16	3,00E-05	4,40E-04	8,70E-01		
15/03/2016	6,30E-05	7,20E-04		14/06/16	4,80E-06	1,64E-04			
16/03/2016	3,10E-05	4,30E-04		15/06/16	7,00E-06	1,18E-04			
17/03/2016	3,50E-05	4,40E-04		16/06/16	<4,49E-06	1,18E-04			
18/03/2016	4,20E-05	5,70E-04		17/06/16	1,30E-05	3,60E-04			
21/03/2016	1,20E-05	2,96E-04	<1,41E-01	20/06/16	7,10E-06	1,52E-04	<2,24E-01		
22/03/2016	2,30E-05	4,40E-04		21/06/16	<4,34E-06	1,70E-05			
23/03/2016	4,20E-05	6,40E-04		22/06/16	6,00E-06	8,70E-05			
24/03/2016	5,10E-05	7,30E-04		23/06/16	6,00E-06	4,90E-05			
25/03/2016	2,80E-05	3,60E-04		24/06/16	7,00E-06	1,64E-04			
28/03/2016	7,80E-06	1,67E-04	<1,41E-01	27/06/16	6,00E-06	1,20E-04	6,30E-01		
29/03/2016	<4,86E-06	1,42E-04		28/06/16	2,10E-05	2,69E-04			
30/03/2016	<4,74E-06	1,68E-04		29/06/16	1,50E-05	2,85E-04			
31/03/2016	<4,65E-06	1,44E-04		30/06/16	9,00E-06	1,96E-04			
01/04/2016	6,00E-06	1,60E-04		01/07/16	<4,37E-06	4,20E-05			

Tableau 7.4-44 : Contrôles radiologiques des poussières dans l'air atmosphérique

(2/2)

POINT	DATE	ALPHA Bq/m <sup>3</sup>	BETA Bq/m <sup>3</sup>	TRITIUM Bq/m <sup>3</sup>	POINT	DATE	ALPHA Bq/m <sup>3</sup>	BETA Bq/m <sup>3</sup>	TRITIUM Bq/m <sup>3</sup>
AS1	04/07/16	4,80E-06	6,50E-05	7,40E-01	AS1	03/10/16	1,00E-05	2,28E-04	<2,76E-01
	05/07/16	5,00E-06	5,30E-05			04/10/16	7,00E-06	2,60E-04	
	06/07/16	1,10E-05	2,09E-04			05/10/16	1,70E-05	3,90E-04	
	07/07/16	2,10E-05	3,10E-04			06/10/16	2,30E-05	4,50E-04	
	08/07/16	2,20E-05	3,30E-04			07/10/16	2,50E-05	3,90E-04	
	11/07/16	1,30E-05	1,65E-04	<1,49E-01		10/10/16	2,10E-05	5,30E-04	<1,44E-01
	12/07/16	<4,79E-06	8,80E-05			11/10/16	1,50E-05	3,40E-04	
	13/07/16	5,00E-06	1,57E-04			12/10/16	2,30E-05	5,30E-04	
	15/07/16	5,10E-06	1,12E-04			13/10/16	2,90E-05	5,50E-04	
	18/07/16	1,40E-05	2,60E-04	<2,09E-01		14/10/16	3,40E-05	1,06E-03	
	19/07/16	3,00E-05	5,20E-04			17/10/16	2,30E-05	5,30E-04	<1,46E-01
	20/07/16	5,00E-05	1,06E-03			18/10/16	1,40E-05	4,00E-04	
	21/07/16	1,60E-05	4,10E-04			19/10/16	1,00E-05	2,80E-04	
	22/07/16	<4,37E-06	1,81E-04			20/10/16	9,00E-06	1,67E-04	
	25/07/16	1,10E-05	1,78E-04	1,17E+00		21/10/16	2,10E-05	5,60E-04	
	26/07/16	8,00E-06	1,48E-04			24/10/16	1,90E-05	5,20E-04	<1,59E-01
	27/07/16	1,30E-05	2,48E-04			25/10/16	3,20E-05	6,30E-04	
	28/07/16	9,00E-06	7,30E-05			26/10/16	3,50E-05	5,20E-04	
	29/07/16	6,00E-06	5,80E-05			27/10/16	2,30E-05	5,30E-04	
	01/08/16	1,30E-05	1,69E-04	6,20E-01		28/10/16	2,40E-05	6,30E-04	
	02/08/16	1,80E-05	2,94E-04			31/10/16	4,60E-05	6,10E-04	<1,67E-01
	03/08/16	1,30E-05	1,29E-04			02/11/16	4,40E-05	7,10E-04	
	04/08/16	1,00E-05	1,69E-04			03/11/16	2,30E-05	2,70E-04	
	05/08/16	1,40E-05	3,20E-04			04/11/16	3,80E-05	4,10E-04	
	08/08/16	1,20E-05	2,12E-04	2,60E+00		07/11/16	1,60E-05	2,50E-04	<1,50E-01
	09/08/16	1,50E-05	3,20E-04			08/11/16	2,30E-05	2,80E-04	
	10/08/16	3,10E-05	4,00E-04			09/11/16	1,40E-05	2,80E-04	
	11/08/16	2,00E-05	3,60E-04			10/11/16	8,00E-06	1,80E-04	
	12/08/16	2,10E-05	4,30E-04			11/11/16	1,30E-05	1,80E-04	
	15/08/16	1,70E-05	3,40E-04	7,30E-01		14/11/16	1,40E-05	2,10E-04	<1,51E-01
16/08/16	1,90E-05	1,97E-04		15/11/16	2,80E-05	4,20E-04			
17/08/16	2,40E-05	1,99E-04		16/11/16	9,00E-06	1,50E-05			
18/08/16	4,70E-05	6,30E-04		17/11/16	3,20E-05	2,90E-04			
19/08/16	4,00E-05	8,40E-04		18/11/16	2,90E-05	2,40E-04			
22/08/16	2,50E-05	2,26E-04	4,00E-01	21/11/16	9,00E-06	1,50E-04	1,03E+00		
23/08/16	3,20E-05	4,00E-04		22/11/16	7,00E-06	1,40E-04			
24/08/16	3,70E-05	5,80E-04		23/11/16	<5,84E-06	5,70E-05			
25/08/16	5,10E-05	9,40E-04		24/11/16	1,60E-05	3,50E-04			
26/08/16	3,20E-05	7,90E-04		25/11/16	2,30E-05	3,40E-04			
29/08/16	3,00E-05	3,70E-04	<1,43E-01	28/11/16	3,60E-05	7,30E-04	<1,47E-01		
30/08/16	2,80E-05	5,20E-04		29/11/16	2,60E-05	3,80E-04			
31/08/16	6,90E-05	5,50E-04		30/11/16	3,50E-05	6,00E-04			
01/09/16	2,10E-05	3,70E-04		01/12/16	5,10E-05	1,10E-03			
02/09/16	<5,00E-06	8,70E-05		02/12/16	6,50E-05	1,00E-03			
05/09/16	1,20E-05	1,85E-04	3,10E-01	05/12/16	3,90E-05	5,90E-04	<1,46E-01		
06/09/16	1,30E-05	2,90E-04		06/12/16	7,30E-05	1,40E-03			
07/09/16	3,10E-05	3,90E-04		07/12/16	1,30E-04	1,70E-03			
08/09/16	2,20E-05	5,20E-04		08/12/16	1,20E-04	1,70E-03			
09/09/16	1,00E-05	3,00E-04		09/12/16	7,40E-05	1,60E-03			
12/09/16	1,30E-05	2,70E-04	<1,72E-01	12/12/16	3,40E-05	7,30E-04	<1,47E-01		
13/09/16	5,00E-05	9,50E-04		13/12/16	9,00E-05	1,00E-03			
14/09/16	7,00E-05	1,49E-03		14/12/16	1,50E-04	1,60E-03			
15/09/16	2,40E-05	4,80E-04		15/12/16	1,50E-04	2,00E-03			
16/09/16	1,60E-05	5,00E-04		16/12/16	1,30E-04	1,60E-03			
19/09/16	8,00E-06	2,26E-04	<1,44E-01	19/12/16	7,00E-05	1,10E-03	<1,47E-01		
20/09/16	2,60E-05	7,00E-04		20/12/16	4,80E-05	5,60E-04			
21/09/16	3,20E-05	7,80E-04		21/12/16	4,30E-05	6,30E-04			
22/09/16	3,30E-05	6,80E-04		22/12/16	2,10E-05	3,10E-04			
23/09/16	1,30E-05	4,10E-04		23/12/16	1,90E-05	3,40E-04			
26/09/16	3,00E-05	5,20E-04	<1,64E-01	26/12/16	1,10E-05	1,50E-04	<1,49E-01		
27/09/16	<5,23E-06	1,64E-04		27/12/16	1,20E-05	2,40E-04			
28/09/16	7,00E-06	1,17E-04		30/12/16	4,10E-05	6,40E-04	<1,48E-01		
29/09/16	1,30E-05	3,30E-04							
30/09/16	6,00E-06	3,20E-04							

**Tableau 7.4-45 Contrôles radiologiques du tritium dans l'air sous forme de vapeur d'eau (HTO) et sous gazeuse (HT)**

Point	Date	HTO Bq/m <sup>3</sup>	HT Bq/m <sup>3</sup>	Point	Date	HTO Bq/m <sup>3</sup>	HT Bq/m <sup>3</sup>
AS 1	11/01/2016	<7,02E-02	<7,34E-02	AS 1	11/07/2016	<7,21E-02	<7,67E-02
	18/01/2016	<7,33E-02	<7,33E-02		18/07/2016	1,40E-01	<7,02E-02
	25/01/2016	<8,63E-02	<6,72E-02		25/07/2016	2,60E-01	9,00E-01
	01/02/2016	<7,00E-02	1,60E-01		01/08/2016	8,00E-02	5,40E-01
	08/02/2016	1,30E-01	9,00E-02		08/08/2016	5,20E-01	2,10E+00
	15/02/2016	<6,70E-02	<7,02E-02		15/08/2016	1,80E-01	5,50E-01
	22/02/2016	<7,00E-02	<6,68E-02		22/08/2016	1,60E-01	2,40E-01
	29/02/2016	<7,02E-02	<7,02E-02		29/08/2016	<7,31E-02	<6,96E-02
	07/03/2016	<7,33E-02	<7,33E-02		05/09/2016	1,70E-01	1,40E-01
	14/03/2016	<7,02E-02	<7,02E-02		12/09/2016	1,00E-01	<6,95E-02
	21/03/2016	<7,02E-02	<7,02E-02		19/09/2016	<7,39E-02	<6,96E-02
	28/03/2016	<7,04E-02	<7,04E-02		26/09/2016	9,00E-02	<6,94E-02
	04/04/2016	<6,99E-02	<7,31E-02		03/10/2016	2,10E-01	<6,94E-02
	11/04/2016	9,00E-02	2,80E-01		10/10/2016	<7,18E-02	<7,18E-02
	18/04/2016	<6,72E-02	2,30E-01		17/10/2016	<8,00E-02	<6,64E-02
	25/04/2016	<6,97E-02	2,60E-01		24/10/2016	<7,90E-02	<7,99E-02
	02/05/2016	<7,00E-02	9,00E-02		31/10/2016	1,00E-01	<6,92E-02
	09/05/2016	<7,06E-02	2,10E-01		07/11/2016	<7,55E-02	<7,47E-02
	16/05/2016	<6,97E-02	<6,97E-02		14/11/2016	<7,26E-02	<7,84E-02
	23/05/2016	<6,72E-02	3,00E-01		21/11/2016	5,40E-01	4,90E-01
	30/05/2016	7,90E-01	<7,27E-02		28/11/2016	<7,23E-02	<7,47E-02
	06/06/2016	<7,34E-02	<7,34E-02		05/12/2016	<7,24E-02	<7,39E-02
	13/06/2016	1,10E-01	7,60E-01		12/12/2016	<7,24E-02	<7,48E-02
	20/06/2016	<7,37E-02	1,50E-01		19/12/2016	<7,24E-02	<7,48E-02
27/06/2016	2,60E-01	3,70E-01	26/12/2016	<7,51E-02	<7,42E-02		
04/07/2016	1,70E-01	5,70E-01	02/01/2017	<7,27E-02	<7,51E-02		

Tableau 7.4-46 Contrôles radiologiques des végétaux de la couverture du CSM

POINTS	DATE	FREQUENCE	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	<sup>60</sup> Co	<sup>106</sup> RuRh	<sup>125</sup> Sb
			Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec
V1	07/01/16	Mensuelle	<5,00E-01	<5,00E-01	9,20E+02 +/- 8,00E+01	1,21E+03 +/- 1,80E+02	<5,90E-01	<4,40E+00	<1,20E+00
	10/02/16	Mensuelle	<4,70E-01	<4,80E-01	5,80E+02 +/- 3,40E+01	1,62E+03 +/- 1,10E+02	<5,60E-01	7,80E+00 +/- 1,90E+00	<1,10E+00
	11/03/16	Mensuelle	<4,60E-01	<4,70E-01	6,86E+02 +/- 4,20E+01	8,70E+02 +/- 6,00E+01	<5,70E-01	<4,20E+00	<1,10E+00
	07/04/16	Mensuelle	<4,00E-01	<4,00E-01	7,50E+02 +/- 6,00E+01	5,20E+02 +/- 8,00E+01	<4,90E-01	<3,40E+00	<7,90E-01
	06/05/16	Mensuelle	<3,80E-01	<4,10E-01	6,40E+02 +/- 5,00E+01	1,72E+02 +/- 2,50E+01	<4,80E-01	<3,30E+00	<7,70E-01
	09/06/16	Mensuelle	<4,60E-01	4,60E-01 +/- 1,90E-01	4,72E+02 +/- 2,60E+01	2,08E+02 +/- 1,50E+01	<5,50E-01	<4,00E+00	<7,80E-01
	07/07/16	Mensuelle	<3,40E-01	<3,30E-01	9,30E+02 +/- 8,00E+01	2,75E+02 +/- 4,00E+01	<4,30E-01	<2,90E+00	<7,10E-01
	10/08/16	Mensuelle	<4,40E-01	<4,30E-01	1,15E+03 +/- 9,00E+01	4,20E+02 +/- 6,00E+01	<5,40E-01	<3,70E+00	<9,40E-01
	08/09/16	Mensuelle	<4,40E-01	<4,50E-01	9,37E+02 +/- 4,90E+01	3,65E+02 +/- 2,60E+01	<5,50E-01	<3,90E+00	<8,60E-01
	10/10/16	Mensuelle	<4,50E-01	<4,80E-01	8,23E+02 +/- 4,60E+01	2,05E+02 +/- 1,50E+01	<5,30E-01	<4,10E+00	<4,90E-01
	10/11/16	Mensuelle	<5,40E-01	<4,90E-01	6,87E+02 +/- 3,90E+01	4,35E+02 +/- 3,10E+01	<6,20E-01	<4,30E+00	<5,10E-01
09/12/16	Mensuelle	<5,20E-01	<4,90E-01	7,68E+02 +/- 4,30E+01	5,99E+02 +/- 4,20E+01	<5,90E-01	<4,00E+00	<5,10E-01	
V2	07/01/16	Mensuelle	<4,80E-01	<4,90E-01	8,10E+02 +/- 7,00E+01	1,18E+03 +/- 1,70E+02	<5,60E-01	<4,30E+00	<1,20E+00
	10/02/16	Mensuelle	<4,20E-01	<4,30E-01	6,10E+02 +/- 5,00E+01	1,46E+03 +/- 2,10E+02	<4,90E-01	2,62E+01 +/- 3,90E+00	<1,10E+00
	11/03/16	Mensuelle	<4,70E-01	<4,80E-01	6,11E+02 +/- 3,90E+01	8,80E+02 +/- 6,00E+01	<5,10E-01	<4,10E+00	<1,10E+00
	07/04/16	Mensuelle	<4,80E-01	<4,70E-01	7,90E+02 +/- 7,00E+01	5,28E+02 +/- 3,70E+01	<5,90E-01	<4,30E+00	<1,10E+00
	06/05/16	Mensuelle	<4,70E-01	<4,90E-01	8,37E+02 +/- 4,40E+01	1,27E+02 +/- 1,00E+01	<5,80E-01	<4,20E+00	<1,10E+00
	09/06/16	Mensuelle	<4,50E-01	4,60E-01 +/- 1,70E-01	5,25E+02 +/- 2,90E+01	1,99E+02 +/- 1,50E+01	<5,60E-01	<3,90E+00	<7,90E-01
	07/07/16	Mensuelle	<3,50E-01	<3,60E-01	1,22E+03 +/- 1,00E+02	2,98E+02 +/- 4,40E+01	<4,60E-01	<3,20E+00	<7,40E-01
	10/08/16	Mensuelle	<4,30E-01	<4,10E-01	9,20E+02 +/- 8,00E+01	5,90E+02 +/- 9,00E+01	<5,20E-01	<3,50E+00	<9,10E-01
	08/09/16	Mensuelle	<4,00E-01	<4,40E-01	7,06E+02 +/- 3,80E+01	3,90E+02 +/- 3,00E+01	<5,10E-01	<3,70E+00	<8,00E-01
	10/10/16	Mensuelle	<5,40E-01	<5,00E-01	8,65E+02 +/- 4,80E+01	2,63E+02 +/- 1,90E+01	<6,30E-01	<4,40E+00	<5,20E-01
	10/11/16	Mensuelle	<5,30E-01	<4,80E-01	6,94E+02 +/- 3,90E+01	4,57E+02 +/- 3,20E+01	<6,20E-01	<4,20E+00	<5,10E-01
09/12/16	Mensuelle	<5,00E-01	<4,60E-01	7,20E+02 +/- 4,00E+01	5,28E+02 +/- 3,70E+01	<5,80E-01	<3,90E+00	<4,80E-01	

**Tableau 7.4-47 Mesure du rayonnement ambiant à la clôture du CSM**

POINT	Débits de dose moyens mensuels en nanoGy/h pour l'année 2016											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
"01"	115	89	94	101	104	86	89	101	83	104	76	83
"05"	86	104	81	101	91	86	89	88	97	74	76	83
"07"	86	104	94	101	104	115	89	101	83	89	88	83
"09"	115	104	81	101	91	101	89	88	97	119	88	83
"11"	86	104	81	101	104	101	89	88	83	104	101	83
"14"	86	104	108	101	104	101	89	88	83	89	88	83
"17"	86	104	108	101	91	86	89	88	83	104	88	83
"18"	115	104	108	115	91	115	89	88	83	119	88	97
"19"	86	104	108	101	91	86	74	88	83	89	76	83
"21"	101	119	94	101	78	86	74	101	83	89	63	83
"STATION"	115	119	67	101	91	86	89	88	97	89	88	83

**Tableau 7.4-48** *Contrôle des concentrations atmosphériques en radon*

POINT	DATE	FREQUENCE	RADON Bq/m <sup>3</sup>
Rn1 n	29/01/2016	Mensuelle	2,72E+00
	29/02/2016	Mensuelle	1,40E+00
	31/03/2016	Mensuelle	1,70E+00
	29/04/2016	Mensuelle	1,94E+00
	31/05/2016	Mensuelle	2,38E+00
	30/06/2016	Mensuelle	3,80E+00
	29/07/2016	Mensuelle	4,80E+00
	31/08/2016	Mensuelle	2,90E+00
	30/09/2016	Mensuelle	4,10E+00
	31/10/2016	Mensuelle	2,31E+00
	30/11/2016	Mensuelle	1,76E+00
	30/12/2016	Mensuelle	7,10E+00
Rn2 s	29/01/2016	Mensuelle	1,15E+00
	29/02/2016	Mensuelle	4,40E-01
	31/03/2016	Mensuelle	8,20E-01
	29/04/2016	Mensuelle	5,20E-01
	31/05/2016	Mensuelle	1,19E+00
	30/06/2016	Mensuelle	9,10E-01
	29/07/2016	Mensuelle	9,00E-01
	31/08/2016	Mensuelle	1,43E+00
	30/09/2016	Mensuelle	1,85E+00
	31/10/2016	Mensuelle	2,27E+00
	30/11/2016	Mensuelle	1,36E+00
	30/12/2016	Mensuelle	4,30E+00

**Tableau 7.4-49** *Régimes mensuels de ventilation des galeries du RSGE depuis 2001*

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Heures								
janvier	14,7	18,3	29,1	40,7	40,1	137	267,7	71,4	131,6
février	13,8	16,8	53,8	24,3	52,1	68,4	825,2	230,9	27,9
mars	71,7	87,2	145,5	368,8	232,1	233,3	659,4	359,9	100,5
avril	9	31	84	603,2	216,9	244,1	787,7	446,3	31,5
mai	48,3	8,1	51,8	527,2	36,7	91,1	714,7	244,3	19,4
juin	25,5	22,6	22,0	130,5	273,9	327,9	741,9	403,2	202,1
juillet	21,6	34,3	11,7	17,8	50,6	48	762,6	15,8	32,5
août	63,9	20,4	57,3	21,5	45,9	6,3	730,6	45,4	224
septembre	9	58,9	83,3	63,3	177	120,5	435,7	99	59,4
octobre	119,2	225	442,4	284,8	289,5	153,3	242,8	159,4	261,4
novembre	17	45,3	164,5	26,4	198,9	130,2	17,5	111,6	120,2
décembre	13,8	82,1	122,3	156,5	108,6	170,6	113,8	181	342,5
TOTAL	428	650	1 268	2 265	1 722	1 731	6 300	2 368	1 553

## 7.5 Tableaux de mesures de l'expertise tritium

Tableau 7.5-1 Piézomètre PO113

PO113

caractéristiques

Zréférence : 158,10 m

Profondeur : 49,80 m

Prélèvement : 19 m

Zcrépignée basse : 49,8 m

Zcrépignée haute : 9,8 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 135**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	15	19	Mesures surveillance		35	46	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 26/04/2016	44	82	03/05/2016	94	3154	4037	12,21	145,89
Campagne du 24/06/2016	106	127	06/07/2016	156	6105	7481	14,3	143,80
Campagne du 27/09/2016	138	147	04/10/2016	401	5981	7425	15,26	142,84
Campagne du 22/11/2016	134	179	07/12/2016	189	4723	7609	15,3	142,80
Activité moyenne par campagne	106	134		210	4991	6638		
R1 : Activité moyenne campagne/activité moyenne profondeur surveillance	0,8	1,0		1,6	37	50		
R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016	0,8	1,0			37	49		

19 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

Tableau 7.5-2 Piézomètre PO136

PO136

caractéristiques

Zréférence : 165,48 m

Profondeur : 49,90 m

Prélèvement : 25 m

Zcrépignée basse : 49,9 m

Zcrépignée haute : 22,1 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 1689**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	22	25	Données surveillance		36	46	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 26/04/2016	3596	4771	04/05/2016	4600	2172	247	20,36	145,12
Campagne du 22/06/2016	592	708	07/07/2016	620	2622	210	21,19	144,29
Campagne du 29/09/2016	655	646	05/10/2016	910	3340	1104	21,91	143,57
Campagne du 24/11/2016	363	417	01/12/2016	360	1192	4937	21,92	143,56
Activité moyenne par campagne	1301	1635		1623	2332	1625		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	0,8	1,0		1,0	1,4	1,0		1,0
R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016	0,8	1,0			1,4	1,0		1,0

25 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

1,0

Tableau 7.5-3 Piézomètre PO176

## PO176

## caractéristiques

Zréférence : 174,80 m

Profondeur : 37,10 m

Prélèvement : 18 m

Zcrépignée basse : 37,3 m

Zcrépignée haute : 9,64 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 2**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	15	18	Données surveillance		27	36	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 27/04/2016	4	3	03/08/2016	2,2	4	3	12,32	162,48
Campagne du 21/06/2016	3,4	3,4	03/08/2016	2,2	3,4	3,5	13,89	160,91
Campagne du 28/09/2016	4	4	03/08/2016	2,2	4	4	14,56	160,24
Campagne du 21/11/2016	3	3,4	03/08/2016	2,2	5	5	15,10	159,70
Activité moyenne annuelle campagne	4	3		2	4	4		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	1,0	1,0		0,6	1,2	1,1		
<b>R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>			<b>1,8</b>	<b>1,8</b>		

18 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

Tableau 7.5-4 Piézomètre PO174

## PO174

## caractéristiques

Zréférence : 167,09 m

Profondeur : 35,20 m

Prélèvement : 16 m

Zcrépignée basse : 34,5 m

Zcrépignée haute : 6,85 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 15**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	12	16	Données surveillance		25	34	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 27/04/2016	24	15	02/05/2016	15,1	14	16	11,19	155,90
Campagne du 21/06/2016	19,9	13,8	07/07/2016	14,6	15,6	15,6	12,12	154,97
Campagne du 28/09/2016	18	18	04/10/2016	16,9	13	11	12,31	154,78
Campagne du 23/11/2016	11	14,3	05/12/2016	15,1	13	16	12,20	154,89
Activité moyenne annuelle campagne	18	15		15	14	14		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	1,2	1,0		1,0	0,9	0,9		
<b>R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>			<b>0,9</b>	<b>1,0</b>		

16 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

Tableau 7.5-5 Piézomètre PO143

## PO143

## caractéristiques

Zréférence : 170,97 m

Profondeur : 34,70 m

Prélèvement : 25 m

Zcrépinée basse : 50,7 m

Zcrépinée haute : 22 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 1510**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	20	25	Données surveillance		36	46	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 26/04/2016	234	2468	01/04/2016	289	2950	2834	17,31	153,66
Campagne du 21/06/2016	1143	2514	03/06/2016	1060	3442	3597	20,01	150,96
Campagne du 27/09/2016	1516	2533	05/10/2016	2660	3584	3512	20,99	149,98
Campagne du 23/11/2016	2088	2513	01/12/2016	1210	2914	3134	21,55	149,42
Activité moyenne annuelle campagne	1245	2507		1305	3223	3269		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	0,5	1,0		0,5	1,3	1,3		
<b>R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016</b>	<b>0,8</b>	<b>1,7</b>			<b>2,1</b>	<b>2,2</b>		

25 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

Tableau 7.5-6 Piézomètre PO161

## PO161

## caractéristiques

Zréférence : 168,30 m

Profondeur : 35,90 m

Prélèvement : 15 m

Zcrépinée basse : 35,9 m

Zcrépinée haute : 8,91 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 2**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	11	15	Données surveillance		24	35	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 27/04/2016	4	6	03/08/2016	2,6	5	3	8,79	159,51
Campagne du 22/06/2016	4	4,1	03/08/2016	2,6	3,4	6,6	10,78	157,52
Campagne du 29/09/2016	4	4	03/08/2016	2,6	6	4	11,42	156,88
Campagne du 25/11/2016	4	4,2	03/08/2016	2,6	3	4	10,50	157,80
Activité moyenne annuelle campagne	4	4		3	4	4		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	0,9	1,0		0,6	1,0	1,0		
<b>R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>			<b>1,9</b>	<b>1,8</b>		

15 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

Tableau 7.5-7 Piézomètre PO153

## PO153

## caractéristiques

Zréférence : 164,89 m

Profondeur : 49,70 m

Prélèvement : 24 m

Zcrépînée basse : 21,1 m

Zcrépînée haute : 49,7 m

**Moyenne tritium surveillance 2016 : 534**

Hauteur (m) / activité (Bq/L)	11	24	Données surveillance		35	46	Hsonde	Niveau
			Date	Tritium				
Campagne du 27/04/2016	386	2770	05/04/2016	360	2337	2215	10,12	154,77
Campagne du 22/06/2016	460	31,8	02/06/2016	600	35,4	97,8	9,90	154,99
Campagne du 28/09/2016	310	1940	04/10/2016	730	1815	1611	10,96	153,93
Campagne du 21/11/2016	215	207	05/12/2016	250	27	40	9,25	155,64
Activité moyenne annuelle campagne	343	1237		485	1054	991		
R1 : Activité moyenne campagne /activité moyenne profondeur surveillance	0,3	1,0		0,4	0,9	0,8		
R2 : Activité moyenne campagne/moyenne annuelle surveillance 2016	0,6	2,3			2,0	1,9		

24 mètres : profondeur identifiée pour la surveillance du CSM

**Tableau 7.5-8 Campagnes de prélèvements de 2016**

Campagnes 2016 expertise eaux souterraines CSM											
Piézomètres	profondeurs sonde en mètres				profondeurs des prélèvements						
	avril	juin	septembre	novembre	Profondeur 1 (en surface)				prof 2	prof 3	prof 4
"Blanc" : 2 Flacons	Blancs 1 et 2	Blancs 1 et 2	Blancs 1 et 2	Blancs 1 et 2	avril	juin	sept.	nov			
P0-176 : Flacons 176-1 / 176-2 / 176-3 / 176-4	27/04/16	21/06/2016	28/09/2016	21/11/2016	13	14	15	15,5	18 m	27 m	36 m
	12,32	13,89	14,56	15,10							
P0-174 : Flacons 174-1 / 174-2 / 174-3 / 174-4	27/04/16	21/06/2016	28/09/2016	23/11/2016	12	12,5	12,5	12,5	16 m	25 m	34 m
	11,19	12,12	12,31	12,20							
P0-143 : Flacons 143-1 / 143-2 / 143-3 / 143-4	26/04/16	21/06/2016	27/09/2016	23/11/2016	18	20	21	22	25 m	36 m	46 m
	17,31	20,01	20,99	21,55							
P0-161 : Flacons 161-1 / 161-2 / 161-3 / 161-4	27/04/16	22/06/2016	29/09/2016	25/11/2016	10	11	12	11	15 m	24 m	35 m
	8,79	10,78	11,42	10,50							
P0-136 : Flacons 136-1 / 136-2 / 136-3 / 136-4	26/04/16	22/06/2016	29/09/2016	24/11/2016	21	22	22	21,5	25 m	36 m	46 m
	20,36	21,19	21,91	21,22							
P0-113 : Flacons 113-1 / 113-2 / 113-3 / 113-4	26/04/16	24/06/2016	27/09/2016	22/11/2016	13	15	15,5	15,5	19 m	35 m	46 m
	12,21	14,30	15,26	15,30							
P0-153 : Flacons 153-1 / 153-2 / 153-3 / 153-4	27/04/16	22/06/2016	28/09/2016	21/11/2016	11	10,5	11	9,5	24 m	35 m	46 m
	10,12	9,90	10,96	9,25							

## 7.6 Liste des documents de référence

1. **Décret** (décret n° 2003-30 du 10/01/03) autorisant l'Andra à modifier, pour passage en phase de surveillance, le Centre de stockage de la Manche (INB 66).
2. **Arrêté** (arrêté du 10/01/03) autorisant l'Andra à poursuivre les rejets d'effluents liquides pour l'exploitation du Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche.
3. **Prescriptions techniques** relatives à la phase de surveillance de l'installation de stockage de déchets radioactifs dénommée Centre de stockage de la Manche (INB 66) du 3 février 2003.
4. **Plan réglementaire de la surveillance Centre de la Manche (INB 66)** - Plan réglementaire de surveillance radiologique du Centre et de son environnement ENV PR ACM 98-004/I de novembre 2010.
5. **Rapport de sûreté du Centre de stockage de la Manche** en phase de surveillance très active SUR RP ACSM 04 0003
6. **Rapport définitif de sûreté du Centre de stockage de la Manche** en phase de surveillance SUR RP ACSM 08 0017.
7. **Dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance** (SUR RP ADCS 98-003) Dossier d'enquête publique 700DO05-03.
8. **Dossier de demande d'autorisation de rejets** (SUR RP ADCS 97-006).
9. **Protocole d'échanges de données** en matière de surveillance d'AREVA NC-Andra convention n° 2001-01.
10. **Protocole technique relatif à la gestion des eaux** en provenance d'Andra/CSM entre l'Andra et AREVA NC.
11. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2015 - **Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement** EXP BI ACSM 16-0001/A - avril 2016
12. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2014 - **Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement** EXP BI ACSM 15-0002/A - avril 2015
13. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2013 - **Rapport environnemental et bilan annuel de la surveillance du Centre et de son environnement** EXP BI ACSM 14-0001/A - avril 2014.
14. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2012 - **Bilan annuel** de la surveillance radiologique et non radiologique du Centre et de son environnement EXP BI ACSM 13-0003/A - avril 2013.
15. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2011 - **Bilan annuel** de la surveillance radiologique et non radiologique du Centre et de son environnement EXP BI ACSM 12-0001/A - avril 2012.
16. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2010 - **Bilan annuel** de la surveillance radiologique et non radiologique du Centre et de son environnement EXP BI ACSM 11-0001/A - avril 2011.
17. Centre de stockage de la Manche (INB 66) - Année 2009 - **Bilan annuel** de la surveillance radiologique et non radiologique du Centre et de son environnement EXP BI ACSM 10-0002/A - avril 2010.