



CLI Andra Centre de stockage de la Manche

22 juin 2017

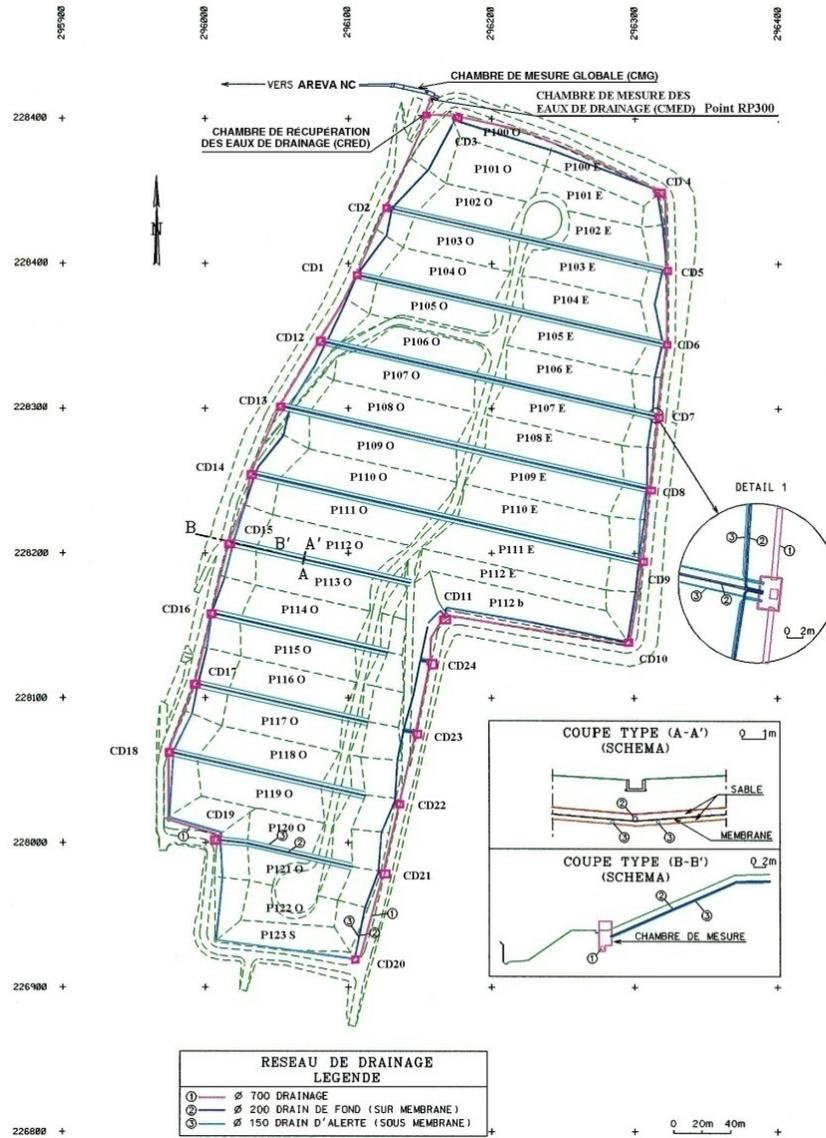
Sommaire

Préambule

1. Evolutions et acquisitions
2. La surveillance du CSM
3. Sécurité et radioprotection
4. Evènements / Informations / Inspections
5. Conclusions et perspectives

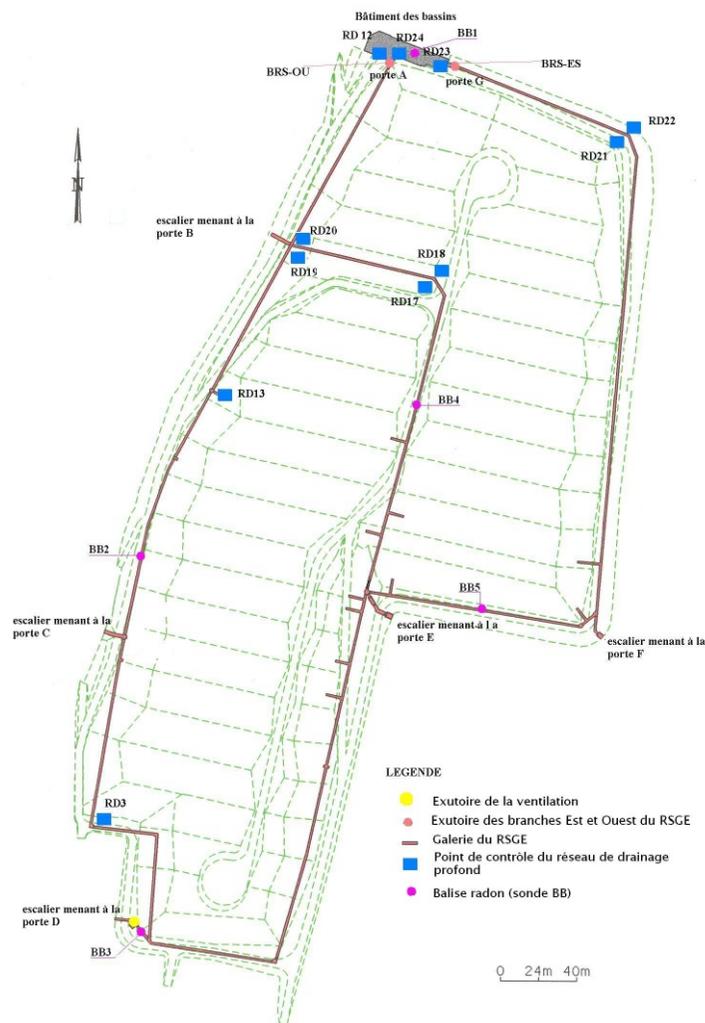


Plan du réseau pluvial

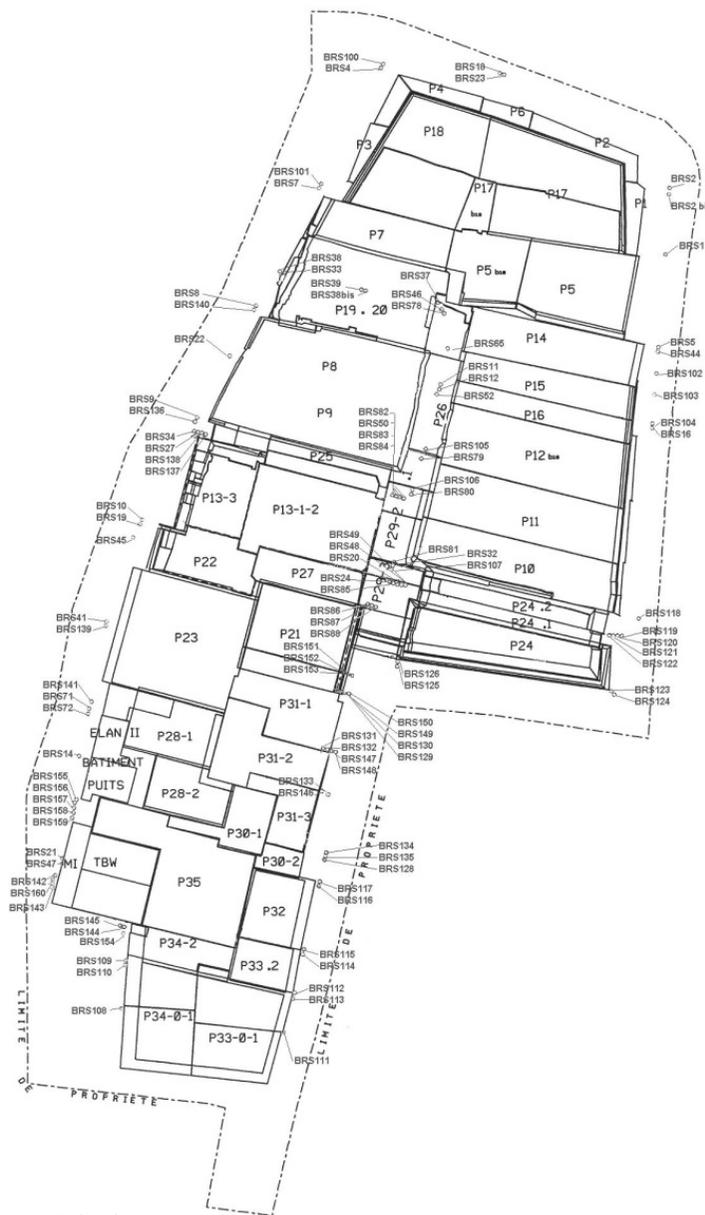


Plan du réseau de drainage couverture

RESEAU DE DRAINAGE LEGENDE	
①	∅ 700 DRAINAGE
②	∅ 200 DRAIN DE FOND (SUR MEMBRANE)
③	∅ 150 DRAIN D'ALERTE (SOUS MEMBRANE)

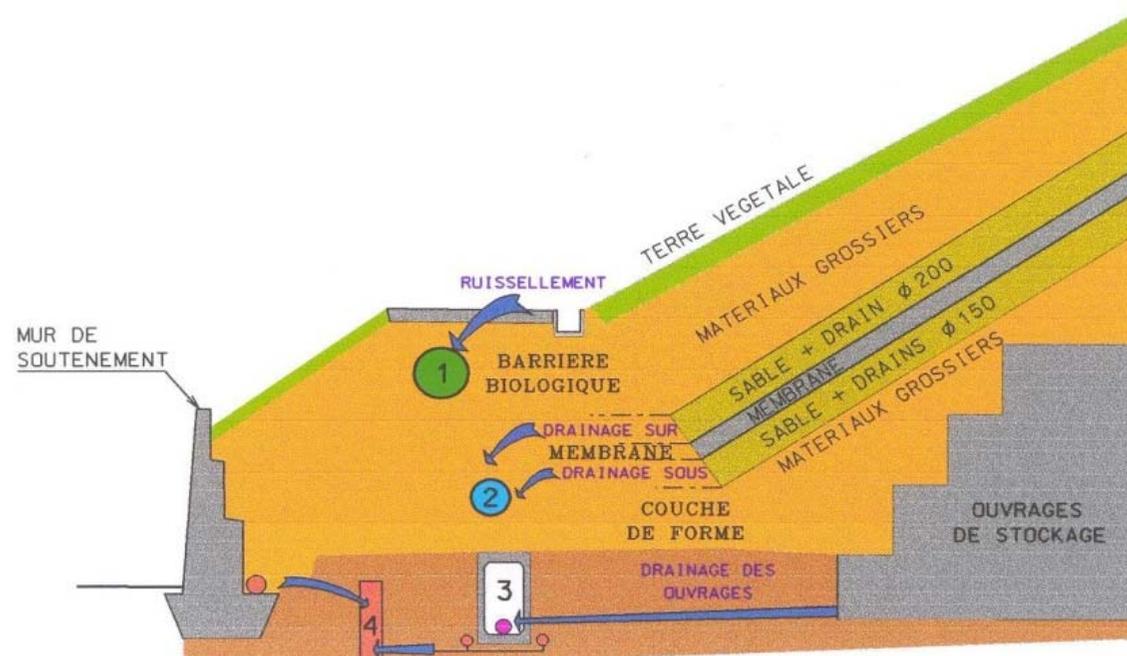


Plan de localisation du réseau de drainage profond et des exutoires des banches Est et Ouest du RSGE



Plan de localisation des BRS et des ouvrages de stockage

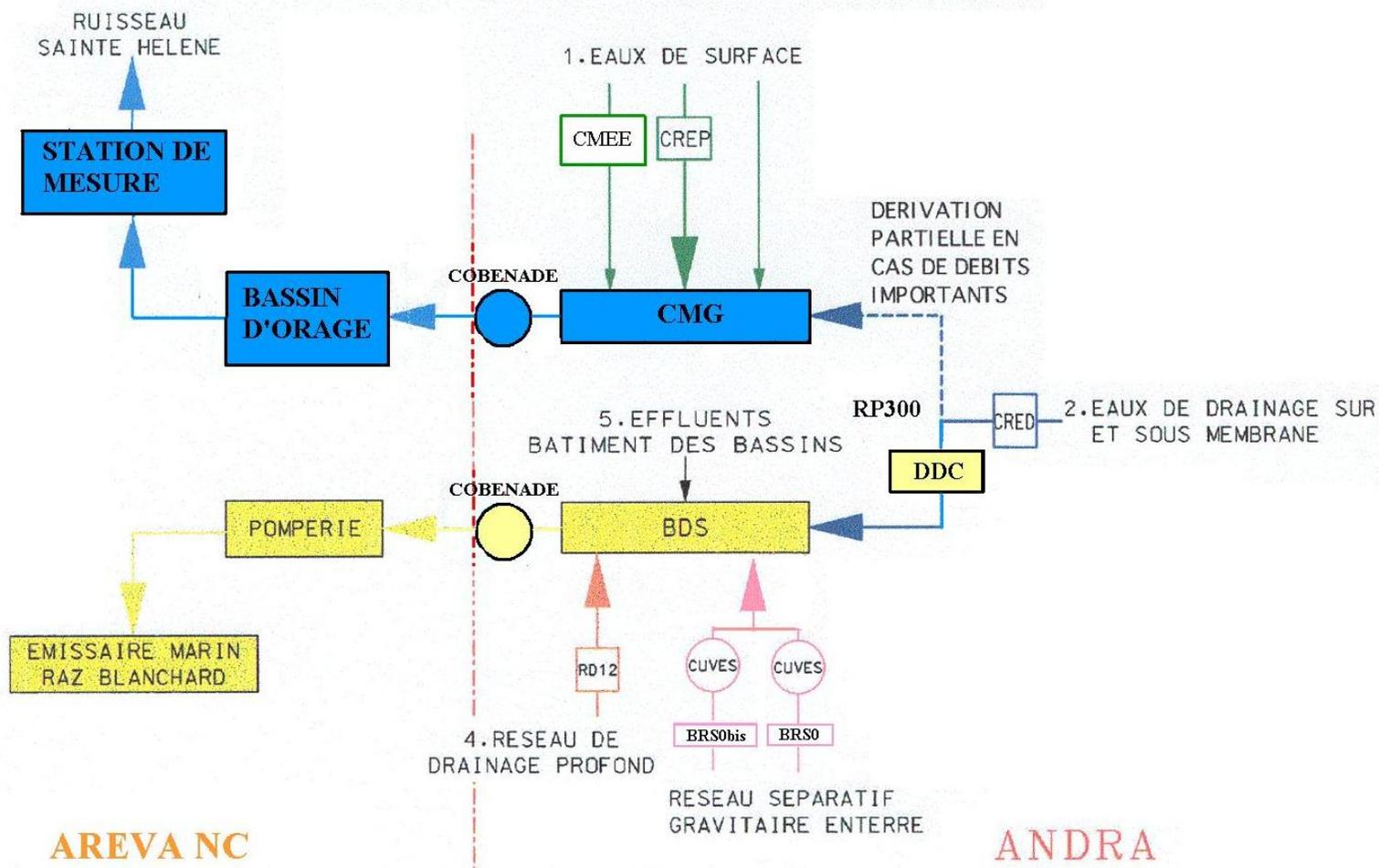
Élément de glossaire - BRS ou Bac du réseau Séparatif :
 correspond à un point de raccordement du réseau de collecte des effluents d'un ouvrage ou d'un groupe d'ouvrages sur le collecteur RSGE



LEGENDE	
1	RESEAU DE SURFACE
2	RESEAU DE DRAINAGE SUR & SOUS MEMBRANE
3	RESEAU SEPARATIF GRAVITAIRE ENTERRE
4	RESEAU DE DRAINAGE PROFOND

Coupe de la couverture

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



1.1. Expertises

Expertise tritium initiée en 2012 : le REX sur 5 ans consolide l'Andra dans ses interprétations préalablement présentées à la CLI (voir annexe 1) :

- En 2016, les piézomètres PO136, PO113, PO176, PO161, PO174, PO153, PO143 ont été expertisés.

1.2. Les investigations

En 2016, les investigations portant sur les infiltrations en bordure de stockage se sont poursuivies :

- investigations portant sur la CD14,
- investigations réalisées au niveau de l'angle Nord-Est et du BRS2,
- suivi de l'impact des travaux réalisés sur les confortements d'étanchéité de caniveaux et de détournement et d'amélioration de la collecte des eaux au niveau de la chambre de drainage CD11.

1.3. Travaux

En 2016, les travaux suivants ont été réalisés :

- travaux d'amélioration de la collecte des eaux de ruissellement et de drainage de la couverture en arrière de la chambre CD11,
- travaux d'amélioration de la collecte des eaux de ruissellement et d'infiltration sur les planches d'essai,
- travaux d'amélioration de l'étanchéité des caniveaux pluviaux du site (caniveaux périphériques en bordure de la voirie et caniveau en toit) .

1.4. Etudes 2016

- ◆ L'étude de remise à jour du modèle hydrogéologique,
- ◆ L'étude incendie,
- ◆ L'étude sur l'aléa sismique.

1.5. Evolution du statut du CSM

- ◆ Parution du décret n°2016-846 du 28 juin 2016 dit décret démantèlement :
 - Reclassement du décret 2003-30 du 10 janvier 2003 autorisant l'Andra à modifier le CSM pour le passage en phase de surveillance en « décret de démantèlement »
 - Redéfinition de la notion de fermeture d'une INB : le CSM n'ayant pas mis en place l'ensemble de ses ouvrages définitifs de fermeture (couverture pérenne) n'est plus considéré comme en phase de surveillance, mais dans une phase intermédiaire de préparation de la fermeture
 - Pour que le CSM passe officiellement en phase de surveillance, l'Andra devra déposer un dossier d'autorisation de fermeture et de passage en phase de surveillance. Ce dossier sera remis après la réalisation de la couverture pérenne
- ◆ Des implications administratives mais pas d'impact sur les activités actuelles du site qui restent des activités de surveillance.

1.6. Dossiers en cours d'instruction :

- ◆ Le Dossier d'orientation du réexamen de sûreté (DOR)
- ◆ La demande d'extension du périmètre INB (art.30).

1.7. Evolution du référentiel

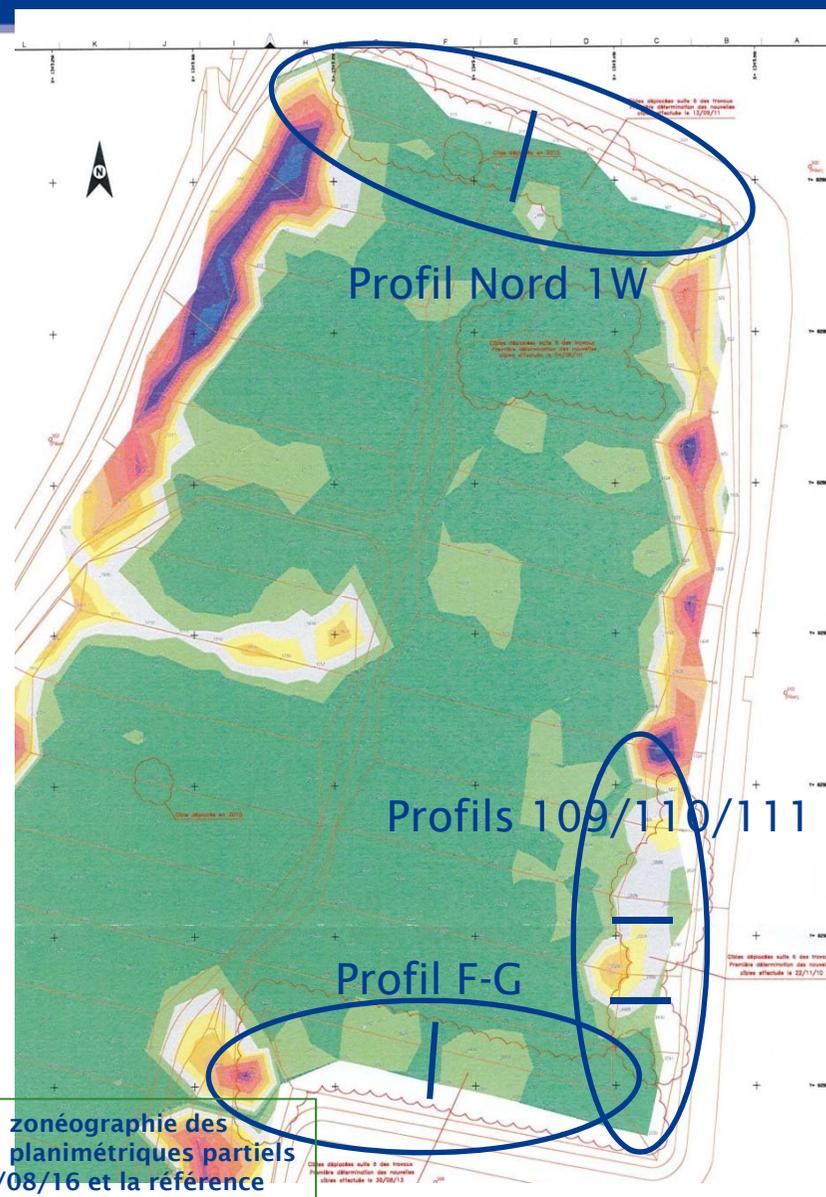
Validation de la mise à jour du plan d'urgence interne (PUI) (art.26).

2.1. Surveillance du comportement physique de la couverture

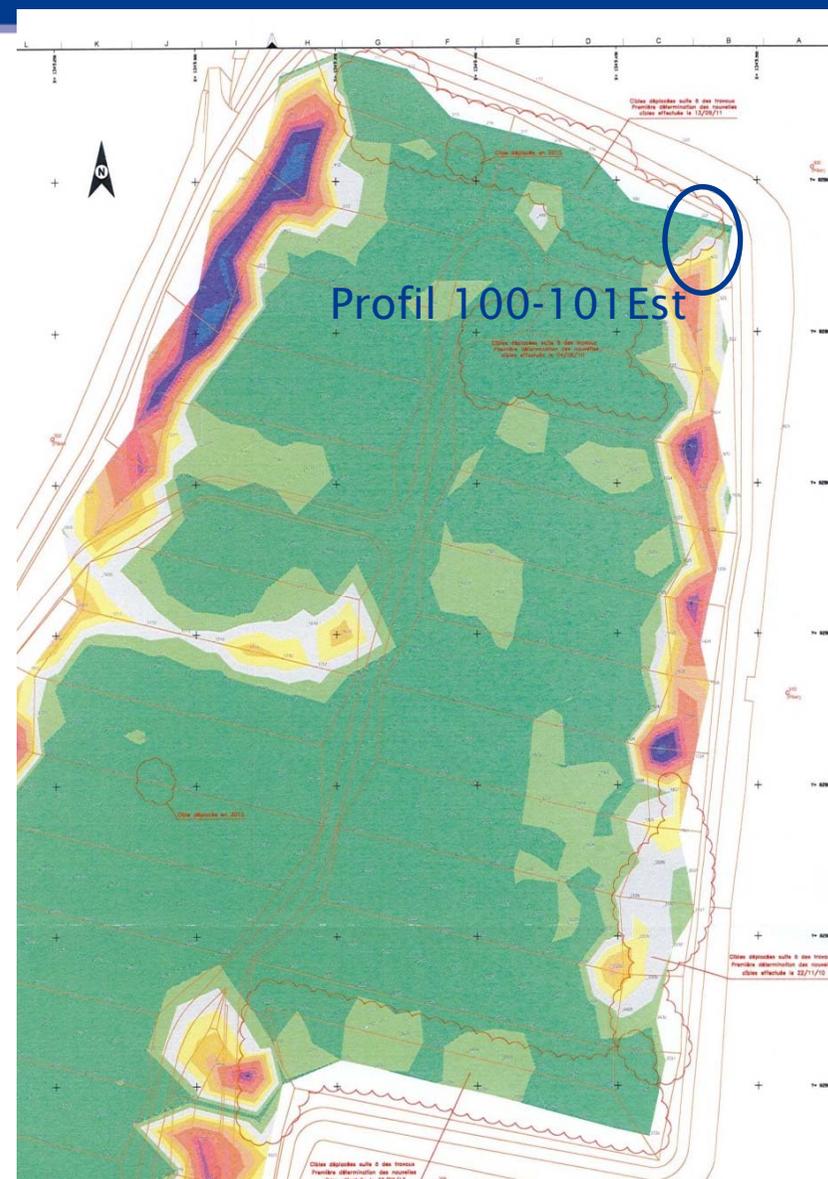
- ◆ Talus : panneaux 109/110/111 Est (profils 109-110 et 110-111) après confortement en 2010 et talus Nord (profil Nord 1W) après confortement en 2011:

Les mesures réalisées confirment la consolidation lente des remblais mis en place, tendant vers une stabilisation.

- aucun désordre ou signe d'instabilité de ces talus n'est constaté ;
 - le suivi des profils en piquets indique une oscillation régulière de la vitesse de déplacement des piquets (plus ou moins marquée suivant le profil) proche de l'axe 0 ;
 - le suivi des cibles topographiques indique une vitesse de déplacement lente principalement planimétrique et comprise en moyenne entre 5 et 10 mm/an.
- ◆ Talus : panneau 112bis (profil F-G) :
 - Aucun désordre ou signe d'instabilité de ce talus n'est constaté.
 - Suite aux travaux réalisés en 2013, les mouvements enregistrés sur ce talus sont en moyenne de 0 à 5 mm/an et globalement plus faibles qu'en 2016, semblant indiquer le passage vers une phase de consolidation lente des remblais mis en place.



- ◆ **Talus : panneaux 100-101 Est (profil 100-101E) :**
 - Aucun désordre ou signe d'instabilité de ce talus n'est constaté.
 - Les relevés effectués au niveau du profil topographique récemment implanté à ce niveau ainsi que le relevé des cibles semblent indiquer un mouvement de faible amplitude et de vitesse moyenne 5 à 10 mm/an.
 - Les tassements mesurés sur cette zone n'affectent pas les propriétés d'étanchéité de la membrane bitumineuse.
 - Un complément d'instrumentation a été réalisé sur ce talus afin de mieux identifier la nature de ce mouvement (tassement ou glissement).
- ◆ **Autres talus : aucune évolution significative n'est à signaler.**



Carte de zonéographie des déplacements planimétriques partiels entre le 24/08/16 et la référence

◆ **Toit : Panneau 102 Est (réparé en octobre 2009) :**

- Les tassements se poursuivent à une vitesse comprise entre 0 et 5 mm/an,
- Le profil en piquet implanté à ce niveau reste peu exploitable en 2016, plusieurs piquets ayant été bousculés lors d'opérations de tonte,
- Les tassements mesurés sur cette zone n'affectent pas les propriétés d'étanchéité de la membrane.



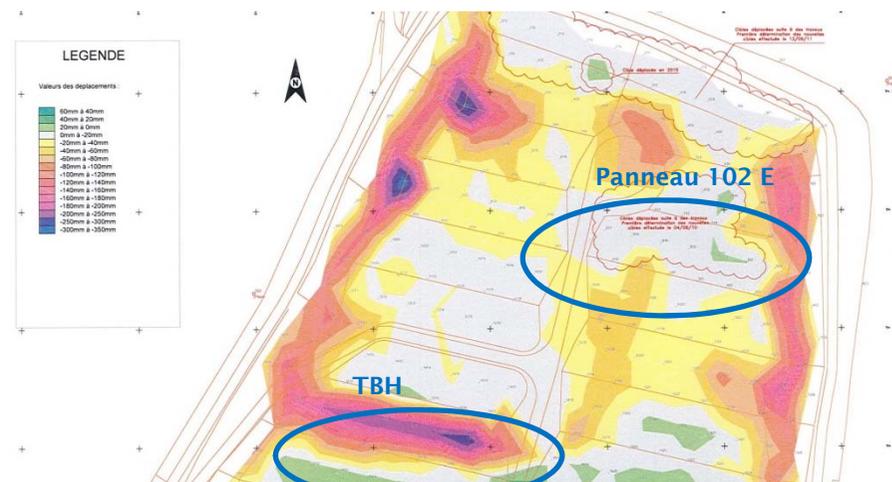
Réparation d'un caniveau pluvial déboîté en tête de talus

◆ **Toit : Panneau 107 Ouest (tranchée TBH) :**

- Les tassements se poursuivent à une vitesse max de 4,6 mm/an,
- Ces tassements mesurés sur cette zone n'affectent pas les propriétés d'étanchéité de la membrane.

◆ **Contrôles visuels de la couverture :**

- Les contrôles visuels effectués en 2016 en crête de talus n'ont pas révélé la présence de fissures, constat vraisemblablement conjoncturel,
- Deux déboitements de caniveau pluvial ont été réparés en crêtes de talus 108 Est et 110/111 Ouest.



Carte de zonéographie des déplacements altimétriques cumulés entre le 24/08/16 et la référence

2.2. Surveillance hydraulique de la couverture

◆ Comportement hydraulique 2016 :

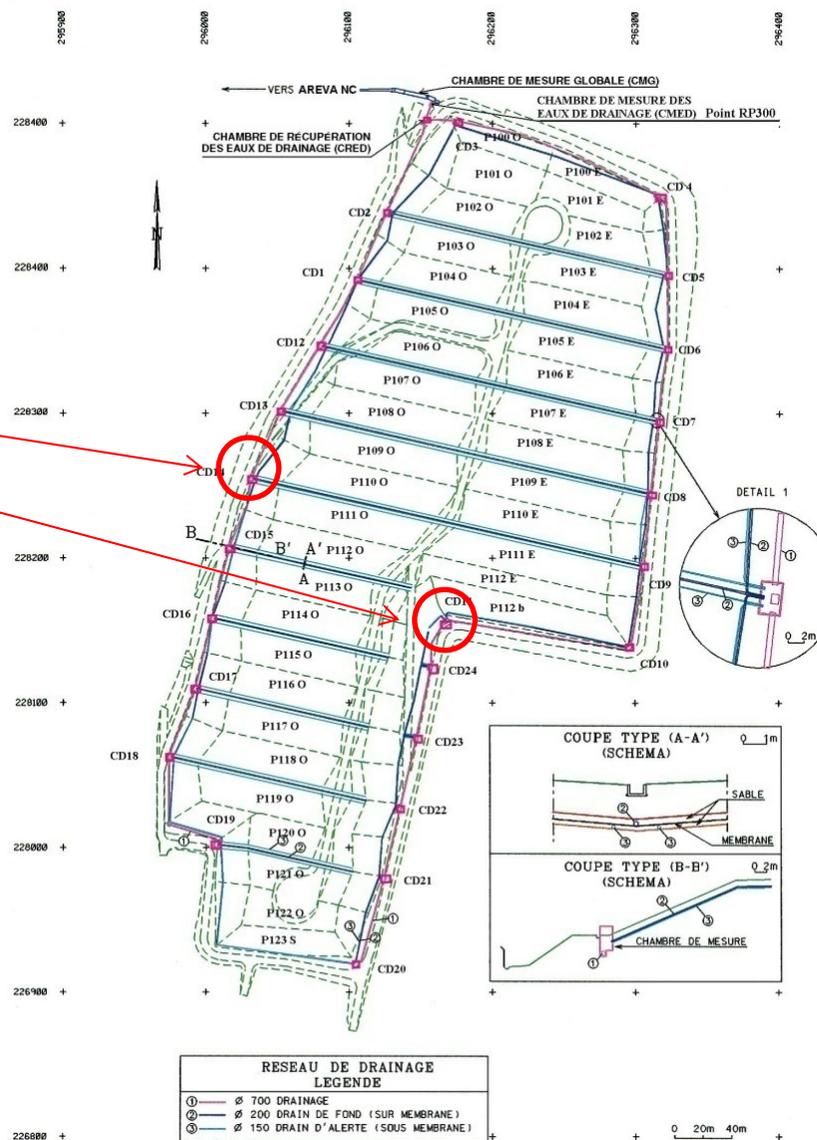
- Deux chambres de drainage (CD) drainent l'essentiel des eaux sous membrane :

CD14, 18 159 L soit 55 %,

CD11, 13 528 L soit 41 %.

- Le ratio volume collecté au (BRS0+BRS0bis) sur pluviométrie est de 0,24 %.

Ce ratio, qui a connu une progression significative entre 2009 et 2011, traduisant ainsi durant cette période une amplification des phénomènes d'apports rapides depuis les bordures du stockage, est globalement stable depuis 2012.



◆ Calcul de la performance de la couverture :

Origine	Volume	Correspondance sur calcul d'infiltration
Drains sous membrane	32, 97 m ³	0,27 L/m ² /an
BRSO	9,95 m ³	0,08 L/m ² /an
BRSO Bis	328 m ³	2,73 L/m ² /an
Infiltration vers la nappe *	94 m ³	0,78 L/m ² /an
Total (RSGE, RSGEbis, drains SM et infiltration vers la nappe)	464,92 m ³	3,86 L/m ² /an

- Une influence des débits parasites au BRSObis liée en particulier au BRS002 et dans une moindre mesure au BRS149, le BRS114 étant sec depuis 2015
- Les débits parasites enregistrent toutefois une légère baisse en 2016 qui peut être conjoncturelle ou liée à l'impact des travaux réalisés en 2016 sur la CD11 et les caniveaux pluviaux
- Une très faible infiltration pour les 107 BRS raccordés au BRSO avec un volume en légère baisse par rapport à 2015 et qui reste peu impacté par la pluviométrie.

* Volume estimé

2.3. Surveillance des rejets

◆ Le réseau des eaux à risques (BDS)

- Les relâchements α , β et tritium au point BDS (un volume de 30 292 m³ rejetés) :
 - Relâchement annuel alpha : 0,6 % de la limite réglementaire.
 - Relâchement annuel bêta : 3,5 % de la limite réglementaire.
 - Relâchement annuel tritium : 1,7 % de la limite réglementaire.

→ respect des exigences réglementaires définies dans l'arrêté rejet.

- Les analyses radiochimiques* :
 - Présence de radionucléides d'origine naturelle (²³⁴U, ²³⁵U, ²³⁸U, ²²⁶Ra).
 - Présence récurrente de traces de ¹³⁷Cs et au 1er semestre de traces de ⁶⁰Co (0,005 ± 0,003 Bq/L).

- Les analyses physico-chimiques :
 - Pas d'évolution significative des paramètres physico-chimiques.

→ respect des exigences réglementaires définies dans l'arrêté rejet.

◆ Le réseau des eaux pluviales (CMG)

● Les analyses radiologiques :

- Pas d'évolution significative des activités radiochimiques.

→ **Respect des exigences réglementaires définies dans l'arrêté rejet.**

● Les analyses radiochimiques :

- Hormis la présence de tritium à de faibles teneurs (6 et 8 Bq/L) et des traces de ^{137}Cs au second semestre ($0,007 \pm 0,005$ Bq/L), les analyses ne mettent en évidence que la présence significative de radioéléments naturels.

● Les analyses physico-chimiques :

- Pas d'évolution significative des paramètres physico-chimiques,
- Dépassement ponctuel de la teneur en MEST en septembre 2016.

→ **Hormis pour la teneur en MEST, les autres paramètres physico-chimiques respectent les seuils réglementaires définis dans l'arrêté rejet hors MEST.**

2.4. Surveillance des réseaux

◆ Le réseau de drainage de la couverture

● Les analyses radiologiques :

- Le marquage en tritium (29 Bq/L max) des eaux de ce réseau est lié à la migration gazeuse du tritium depuis les ouvrages de stockage (mesuré pour les débits inférieurs à 1 m³/h).

● Les analyses physico-chimiques :

- Des teneurs en éléments chimiques caractéristiques des matériaux constituant la couverture.
- Pas d'évolution significative des paramètres physico-chimiques.

◆ Le réseau de drainage profond (RD12)

● Les analyses radiologiques :

- Une activité tritium moyenne en forte baisse entre 2015 et 2016 (2015 : 810 Bq/L; 2016 : 205 Bq/L) probablement en lien avec un affaiblissement du phénomène de lessivage par des eaux parasites de terrains marqués en tritium, suite aux travaux de rénovation réalisés sur les caniveaux pluviaux .

● Les analyses physico-chimiques :

- Pas d'évolution significative constatée

◆ Le réseau séparatif gravitaire enterré RSGE et RSGE Bis

● Les analyses radiologiques :

■ Analyses au point de contrôle BRS0Bis :

» Une faible activité radiologique marquée par la présence de ^3H (moyenne de 86,7 Bq/L) et de ^{14}C (moyenne de 40,6 Bq/L)

■ Analyses au point de contrôle BRS0* :

» Une activité fortement marquée par la présence de tritium.

» Classement des activités radiologiques par radionucléide significatif :

❖ Hors classement 142 000 Bq/L	^3H
❖ Entre 10 et 100 Bq/L	^{14}C , ^{40}K , ^{137}Cs
❖ Entre 1 et 10 Bq/L	^{234}Th , ^{234}U
❖ Entre 0,1 et 1 Bq/L	^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{214}Pb , ^{238}U , ^{36}Cl , ^{63}Ni , ^{226}Ra
❖ Entre 0,01 et 0,1 Bq/L	^{235}U , ^{60}Co ,
❖ Sous forme de traces < 0,01 Bq/L	^{238}Pu , $^{239/240}\text{Pu}$

● Les analyses physico-chimiques :

- Pas d'évolution significative des paramètres physico-chimiques (chrome, Uranium, Cyanure, plomb, Bore... éléments présents dans l'inventaire physico-chimique du Centre).

2.5. Surveillance des eaux souterraines

◆ Radiologie de l'eau souterraine en 2016 :

- Des activités α , β proches des seuils de décision.
- Activité tritium : baisse de l'activité tritium de l'indicateur global, ainsi que des indicateurs par secteur.
- Des traces mesurées ponctuellement et localement de ^{36}Cl dans le piézomètre P0140 : valeur de (0,35 +/- 0,23) Bq/L sur le prélèvement annuel et de (0,16 +/- 0,16) Bq/L sur un prélèvement contradictoire en août 2016.

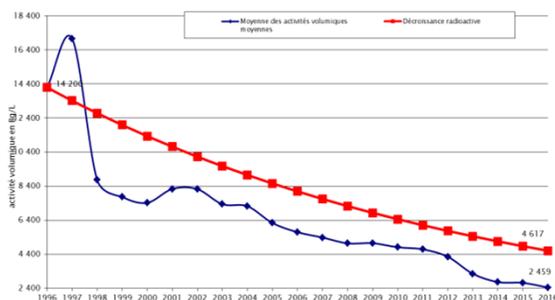
■ **Extension des mesures ^{36}Cl sur l'ensemble des piézomètres du site pour les périodes de hautes et basses eaux, ainsi que sur différentes matrices eaux de surface, effluents, air et végétaux - avec réalisation de mesures croisées entre les laboratoires SUBATECH et EICHROM.**

⇒ **les quelques mesures significatives, toutes associées à une forte incertitude constatées en période de basses eaux dans les eaux souterraines, ne sont pas confirmées en hautes eaux.**

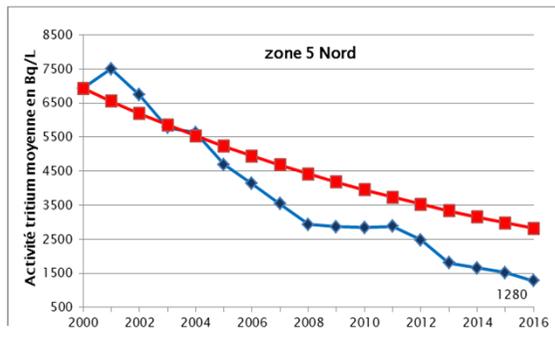
⇒ **La mesure du ^{36}Cl reste empreinte d'une forte incertitude et les valeurs significatives identifiées sont < ou proches de LD, laissant ainsi envisager que ces valeurs pourraient être liées à des artefacts de mesures liés à des variations de bruit de fond. Toutefois l'Andra poursuit ses investigations et maintient une surveillance renforcée de ce RN sur quelques piézomètres du site.**

◆ Physico-chimie de l'eau souterraine en 2016 :

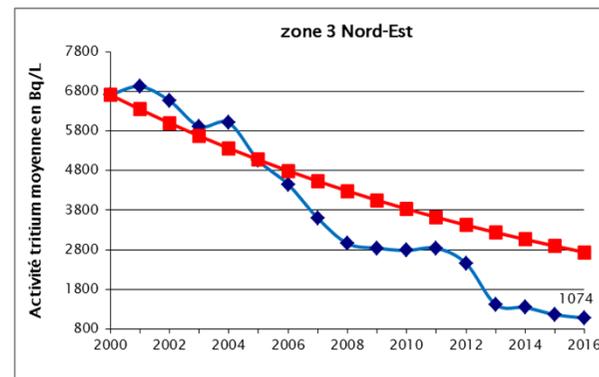
- Présence de traces de mercure liée à une pollution ancienne indépendante de l'activité du Centre et détectable depuis de nombreuses années.
 - Présence de MES, de fer et de manganèse, liée à la dégradation des tubages des piézomètres (PO168 et PZ700) et/ou à des phénomènes de sédimentation en fond, voire d'effondrement en fond de piézomètre (PO175).
 - Présence de traces de HAP (PO139) d'origine anthropique (circulation routière).
- ➔ **Hormis pour le mercure et les MES, les autres paramètres mesurés respectent les exigences de l'arrêté du 17 décembre 2008 et la circulaire du 23 octobre 2012**



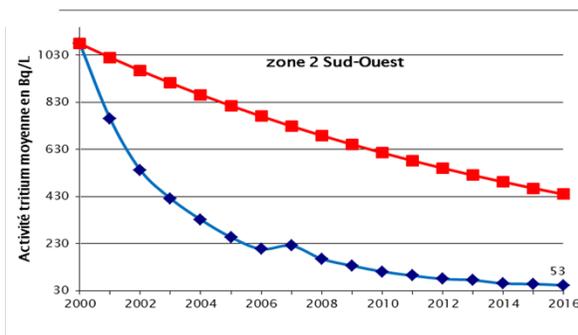
Courbe de suivi de l'indicateur d'évolution de l'activité tritium sur les piézomètres de l'ensemble du site depuis 1996



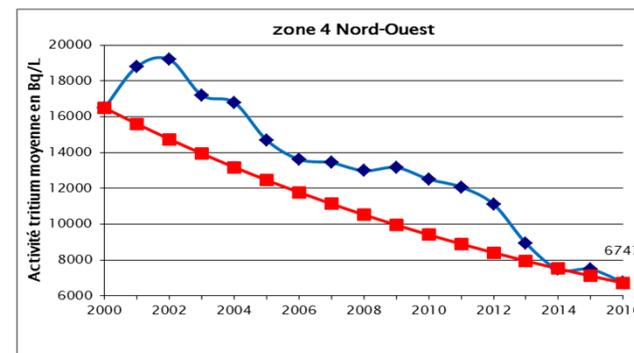
Courbe de suivi de l'indicateur d'évolution de l'activité tritium sur les piézomètres de la zone 5 depuis 2000



Courbe de suivi de l'indicateur d'évolution de l'activité tritium sur les piézomètres de la zone 3 depuis 2000



Courbe de suivi de l'indicateur d'évolution de l'activité tritium sur les piézomètres de la zone 2 depuis 2000



Courbe de suivi de l'indicateur d'évolution de l'activité tritium sur les piézomètres de la zone 4 depuis 2000

2.6. Surveillance des ruisseaux

◆ Radiologie de l'eau des ruisseaux en 2016

- La Sainte-Hélène : stabilité de l'activité tritium (20 Bq/L en 2015, 21,9 Bq/L en 2016 en R6-10) (25 Bq/L en 2015, 21,4 Bq/L en 2016 en R6).
- Le Grand Bel : poursuite de la baisse de l'activité tritium enregistrée depuis 2005 (377 Bq/L en 2014, 353 Bq/L en 2015, 316 Bq/L en 2016).
- Les Roteures : hors influence du CSM (< 2,3 Bq/L), sauf pour l'aval (8,5 Bq/L) (La Chesnaye).

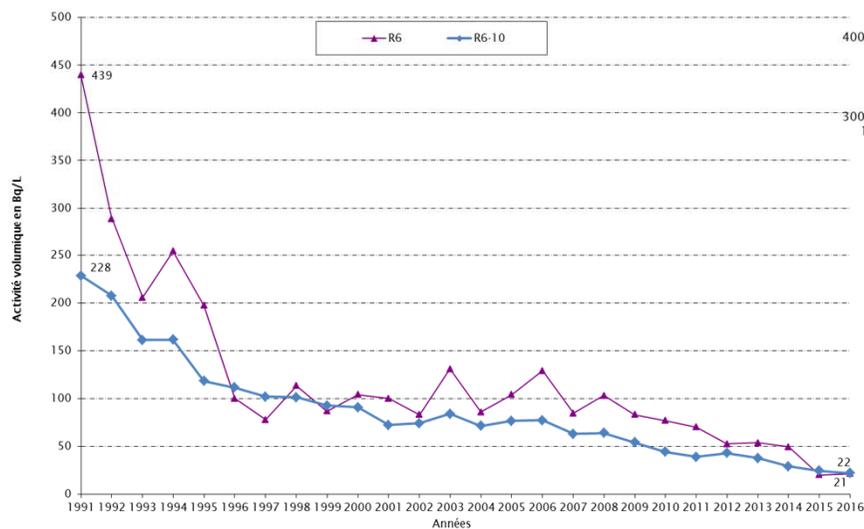
◆ Physicochimie de l'eau des ruisseaux

- La présence nitrates, nitrites, phosphates, zinc, mesurée sur les ruisseaux résulte principalement du contexte agricole et industriel environnant le CSM.

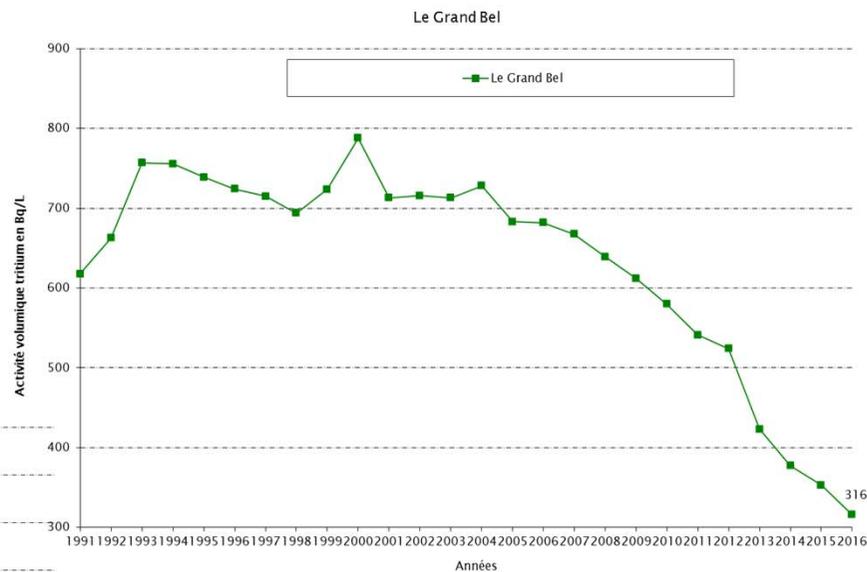
➔ **Respect des exigences de l'arrêté 25 janvier 2010**

◆ Sédiments

- Sainte Hélène : Présence de ^{137}Cs (en SR6 et en SR6-10); traces de ^{238}Pu et $^{239+240}\text{Pu}$ (en SR6) liées à un contexte nucléaire ancien.
- Présence de traces de mercure, d'arsenic, de Plomb, de Zinc, de Chrome et d'hydrocarbures, résultant d'activités industrielles, agricoles et anthropiques. Néanmoins, aucun de ces éléments chimiques ne dépasse les valeurs guides fixées par l'arrêté du 9 août 2006.



Courbe de suivi de l'activité moyenne en tritium mesurée sur la Sainte Hélène depuis 1991



Courbe de suivi de l'activité moyenne en tritium mesurée sur Le Grand Bel depuis 1991

3.1. Exercice sécurité

◆ Exercice PUI du 21/11/2016

- Thème retenu : incendie d'origine électrique dans le local 116.2 du bâtiment des bassins.
- Commentaires :
 - Exercice effectué en dehors des heures ouvrées et en équipe minimale (astreintes Andra, siège, BCS et poste de garde)
 - Remarques principales : Nécessité de binomage entre le chef de colonne et le PCL; le contact ASN nationale doit être fait par l'astreinte siège.



3.2. Radioprotection

◆ Dosimétrie du personnel

- En 2016, les résultats de la dosimétrie passive sont inférieurs au seuil d'enregistrement de 0,05 mSv des dosimètres pour les six agents Andra classés en catégorie « B ».

**Limites de doses réglementaires
par typologie de travailleur***



mSv : milliSievert

*Limites des doses annuelles d'exposition hors radioactivité naturelle et médecine.

4.1. Les inspections ASN

- ◆ **Inspection du 13 avril 2016** : cette inspection a porté sur 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 surveillance maintenance : satisfaisante.
 - Demande de compléments concernant la définition des AIP liées aux prélèvements de membrane.
- ◆ **Inspection du 09 juin 2016** : cette inspection a porté sur l'impact du Centre sur son environnement.
 - Réalisation de prélèvements à caractère inopiné sur différents points de contrôle: aucun écart significatif des résultats d'analyses obtenus par rapport à l'attendu.

4.2. Evènements ou informations soumis à information ou déclaration

- ◆ **déclaration à l'ASN le 14/11/16, d'un Evènement significatif intéressant l'environnement (ESE) hors échelle INES concernant le dépassement de la teneur en matières en suspension (MEST) prescrites à l'exutoire des eaux pluviales dans l'arrêté rejet :**
 - Valeur mesurée 39 mg/L - teneur limite autorisée 30 mg/L.
 - Ce dépassement est probablement lié à la remise en suspension de poussières provenant d'une opération de broyage des ajoncs à l'ouest du Centre.

5.1. Bilan 2016 – les points forts de la surveillance

- ◆ Un impact très faible du Centre sur son environnement en 2016 :
 - rejets en mer : environ $1,2 \cdot 10^{-5}$ $\mu\text{Sv}/\text{an}$ (pour un adulte) ;
 - rivière Sainte Hélène : $0,18$ $\mu\text{Sv}/\text{an}$ (pour un adulte).
- ◆ La poursuite de la baisse de l'indicateur de l'évolution globale du tritium dans les eaux souterraines (activité moyenne) :
 - 3264 Bq/L en 2013 ; 2777 Bq/L en 2014 ; 2728 Bq/L en 2015; 2459 Bq/L en 2016.
- ◆ La décroissance du tritium au Grand Bel se poursuit en 2016 :
 - 423 Bq/L en 2013 ; 377 Bq/L en 2014 ; 353 Bq/L en 2015; 316 Bq/L en 2016
- ◆ Le respect des exigences de l'arrêté de rejet du 10 janvier 2003 :
 - Hors dépassement de la teneur en MEST en septembre 2016 (ESE du 21/10/2016).

5.2. Perspectives

- ◆ Poursuite de l'expertise tritium initiée par la CLI, en s'étendant vers d'autres piézomètres non encore cartographiés.
- ◆ Initialisation d'études liées au réexamen de sûreté de 2019 : étude inondation, APS couverture pérenne, étude d'impact, étude sismique ...



ANNEXE 1

ETUDES ET SUIVIS PARTICULIERS

Contexte de l'étude



Extrait de la carte IGN localisant l'ensemble des piézomètres de l'étude

Interprétations 2016

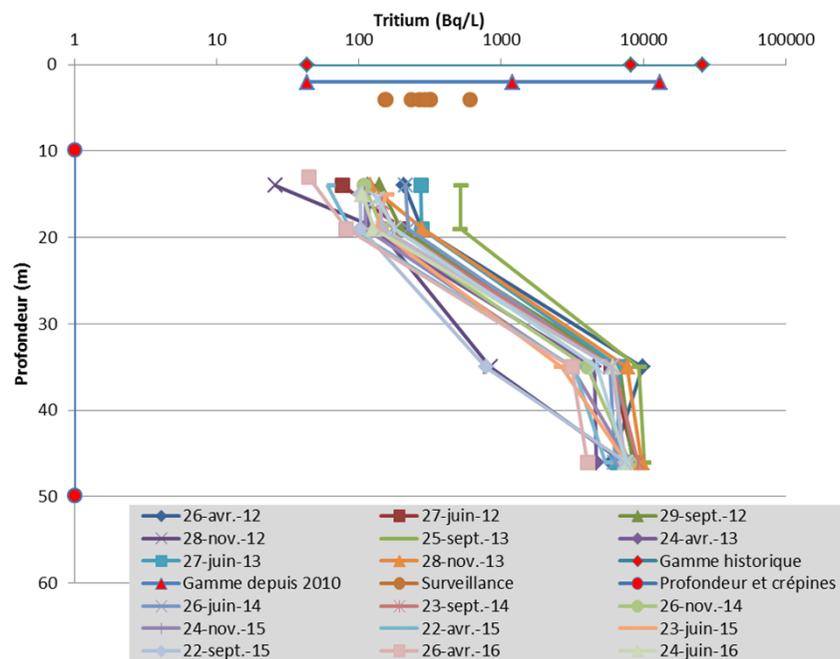
- ◆ Les piézomètres PO113 et PO136 expertisés depuis 2012 forment un faisceau de courbes d'allure globalement identique, consolidant ainsi les résultats jusqu'à présent obtenus.
- ◆ Les piézomètres PO174, PO176, PO161, expertisés en 2016, ne présentent pas de stratification et les niveaux d'activités radiologiques du tritium sont cohérents avec ceux de la surveillance, soit 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.

Conclusions

- ◆ Les interprétations faites en 2012 sont confirmées par les analyses de 2016.
- ◆ On note un phénomène d'hétérogénéité verticale des concentrations influencé par :
 - la hauteur de la nappe (reprend les effets de saisonnalité),
 - la localisation des piézomètres d'étude par rapport à l'incident de 1976 et le sens d'écoulement de la nappe (avec influence de la recharge sur la définition des isopièzes),
 - la nature du substratum traversé (caractéristiques géologiques et hydrogéologiques intrinsèques, niveau d'altération, niveau de fracturation).

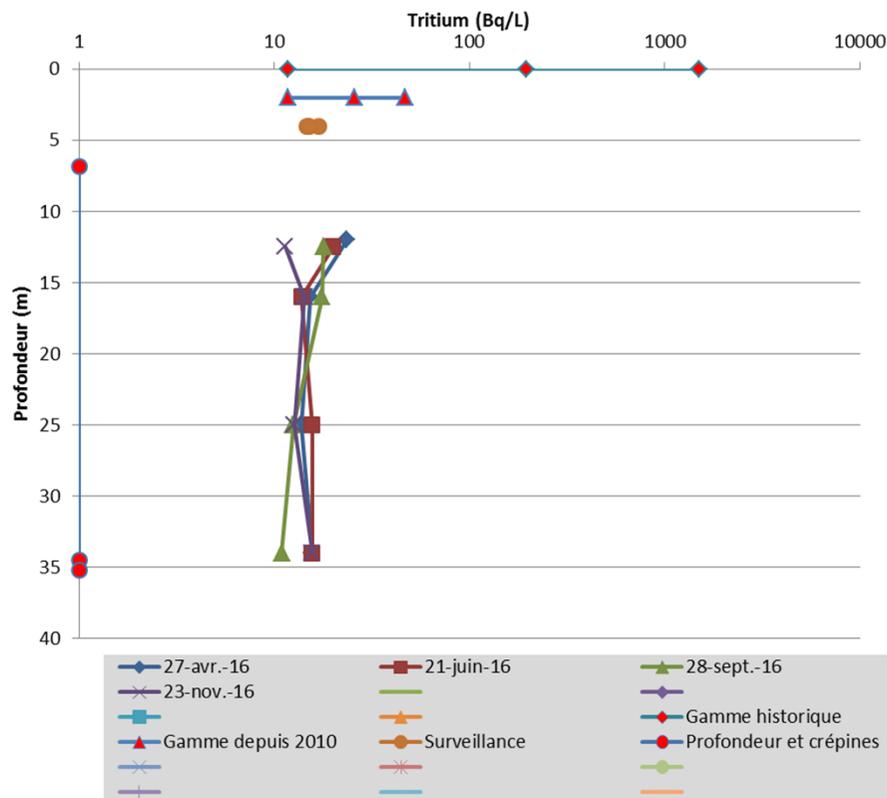
La part de chacune de ces influences reste variable en fonction des piézomètres, mais aussi des battements de la nappe (saisonnalité ou périodes de hautes et basses eaux).

◆ Le PO113



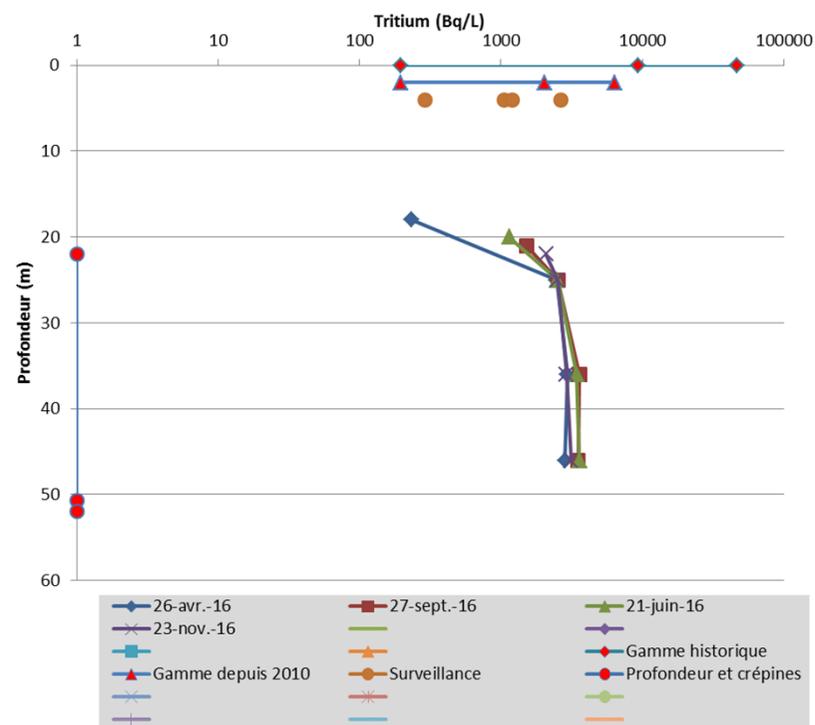
Courbe de suivi de l'activité tritium par profondeur d'investigation et par campagne (échelle logarithmique) sur le piézomètre P0113

◆ Le PO174



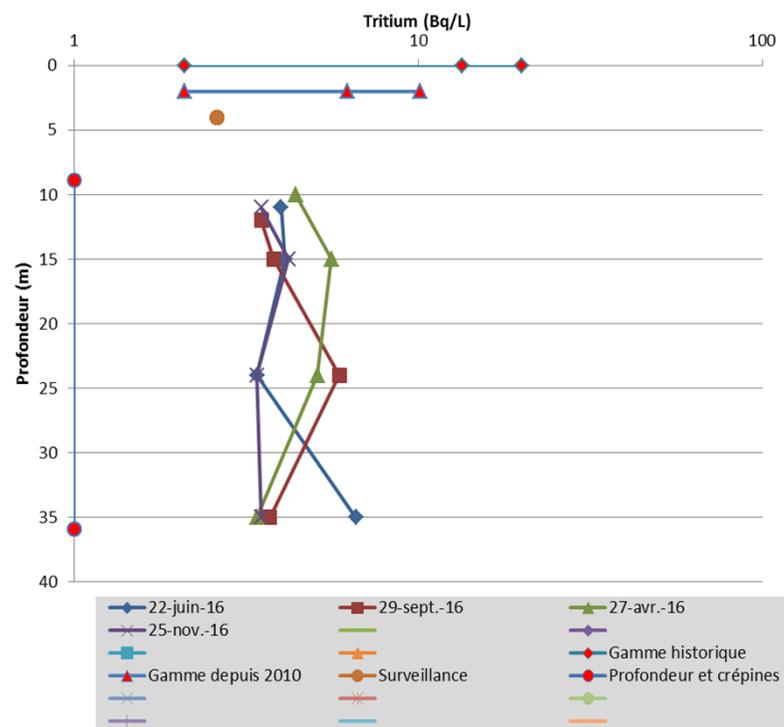
Courbe de suivi l'activité tritium par profondeur d'investigation et par campagne (échelle logarithmique) sur le piézomètre P0174

◆ Le PO143



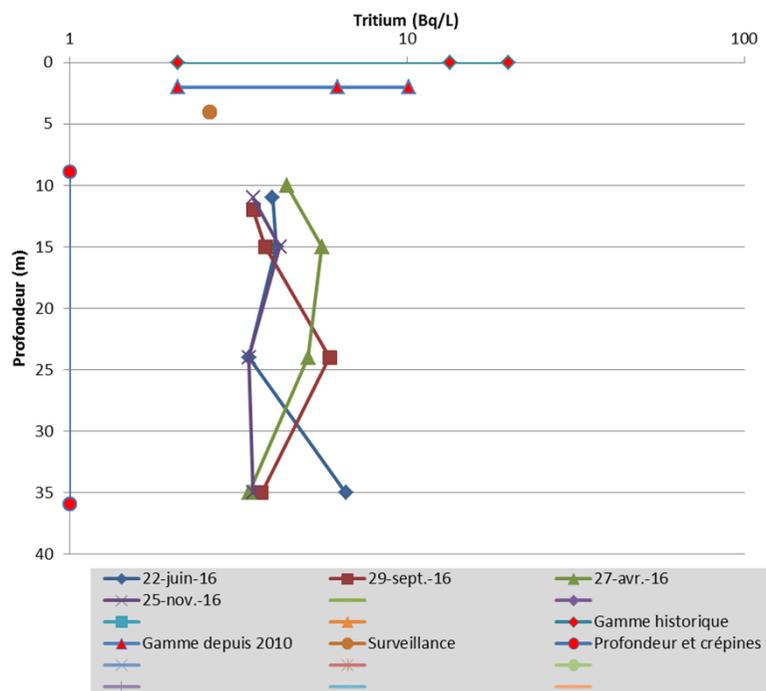
Courbe de suivi de l'activité tritium par profondeur d'investigation et par campagne (échelle logarithmique) sur le piézomètre P0143

◆ Le PO161



Courbe de suivi de l'activité tritium par profondeur d'investigation et par campagne (échelle logarithmique) sur le piézomètre P0161

◆ Le PO153



Courbe de suivi de l'activité tritium par profondeur d'investigation et par campagne (échelle logarithmique) sur le piézomètre PO153