

# RAPPORT ENVIRONNEMENTAL CEA PARIS-SACLAY SITE DE FONTENAY-AUX-ROSES



## BILAN 2017



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1	LE SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES .....	5
1.2	PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES DU CEA FAR.....	6
<b>2</b>	<b>FAITS ENVIRONNEMENTAUX MARQUANTS POUR L'ANNEE 2016 .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ANOMALIES ET INCIDENTS.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CONTROLE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX.....</b>	<b>10</b>
4.1	SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DES REJETS GAZEUX DES INB .....	10
4.2	REJET DES EFFLUENTS GAZEUX PAR LES INB.....	11
<b>5</b>	<b>CONTROLE DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES PRODUITS PAR LES INB .....</b>	<b>12</b>
5.1	NATURE ET ORIGINE DES EFFLUENTS LIQUIDES .....	13
5.2	GESTION ET CONTROLES DES EFFLUENTS LIQUIDES .....	13
5.3	TRANSFERTS D'EFFLUENTS LIQUIDES EN 2016 .....	13
5.4	REJET D'ELEMENTS NON RADIOACTIFS (ELEMENTS CHIMIQUES ET METAUX LOURDS) .....	14
5.4.1	MESURES DES PARAMETRES CHIMIQUES DES CUVES DES LABORATOIRES.....	14
5.4.2	MESURES DES PARAMETRES CHIMIQUES DES EMISSAIRES .....	17
5.5	CONTROLES DES EMISSAIRES ET DE L'EGOUT URBAIN.....	19
5.6	CONSOMMATION, PRELEVEMENT D'EAU ET PREVISIONNEL .....	21
5.7	CONTROLE DES BOUES DE L'EGOUT URBAIN .....	21
<b>6</b>	<b>SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'AMBIANCE ATMOSPHERIQUE.....</b>	<b>22</b>
6.1	LES AEROSOLS.....	23
6.2	LES HALOGENES.....	25
6.3	EXPOSITION EXTERNE.....	26
6.3.1	AUX ALENTOURS DU SITE .....	26
6.3.2	EN LIMITE DU SITE .....	26
<b>7</b>	<b>SURVEILLANCE DES EAUX .....</b>	<b>27</b>
7.1	DETERMINATION DE L'ACTIVITE DES PRECIPITATIONS .....	27
7.2	ACTIVITE VOLUMIQUE DES EAUX DE SURFACE .....	28
7.3	ACTIVITE MASSIQUE DES SEDIMENTS – ETANG DE COLBERT.....	30
7.4	CONTROLE DE LA NAPPE PHREATIQUE PERCHEE .....	30
7.5	CONTROLE DES RESURGENCES.....	32

<b>8</b>	<b>SURVEILLANCE DES VEGETAUX ET DES SOLS .....</b>	<b>34</b>
8.1	SURVEILLANCE DES VEGETAUX.....	34
8.2	SURVEILLANCE DES SOLS .....	35
<b>9</b>	<b>IMPACT SUR L'HOMME.....</b>	<b>36</b>
9.1	REJETS GAZEUX .....	37
9.2	TRANSFERTS LIQUIDES .....	37
9.3	IMPACT RADIOLOGIQUE TOTAL .....	38
<b>10</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>38</b>

# 1 INTRODUCTION

Créé il y a plus de 70 ans afin d'entreprendre les recherches scientifiques et techniques en vue de l'utilisation de l'énergie atomique dans divers domaines de la science, de l'industrie et de la Défense nationale, le CEA, aujourd'hui Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, reste fidèle à sa vocation première et contribue à la ré-industrialisation de la France. L'ensemble de ses activités de recherche et de développement sont réparties sur neuf Centres dont quatre à caractère civil et cinq au titre des applications militaires. Les Centres civils ont été créés par ordre chronologique à Fontenay-aux-Roses, Saclay (ces deux sites ont été regroupés le 1<sup>er</sup> février 2017 pour constituer désormais un centre unique CEA Paris-Saclay), puis Grenoble, Cadarache et enfin dans la vallée du Rhône (Marcoule/Pierrelatte).

## 1.1 LE SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES



**Figure 1** - Vue panoramique du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses est rattaché à la Direction de la recherche fondamentale (DRF) du Commissariat à l'énergie atomique et des énergies alternatives. Sa vocation est d'être un site de recherche et d'innovation de tout premier plan à l'échelle nationale et européenne dans le domaine des technologies biomédicales.

Historiquement, le site de Fontenay-aux-Roses a accueilli, dès 1946, une large palette d'activités de recherche et de développement dans le domaine nucléaire que ce soit au titre de la sûreté, de la sécurité, de la radioprotection, de la robotique et enfin de la recherche biomédicale. Aujourd'hui, ses activités sont majoritairement consacrées aux sciences du vivant autour de thématiques placées au cœur des préoccupations sociétales telles que la radiobiologie, la toxicologie, la neurovirologie et les maladies neurodégénératives. Avec près de 300 chercheurs, la production scientifique des trois instituts confère au centre un rayonnement scientifique d'ampleur internationale. Le site de Fontenay-aux-Roses est actuellement fortement impliqué dans le

programme des investissements d'avenir avec deux grands projets, IDMIT pour la lutte contre les maladies infectieuses et Neuratris qui sera consacré aux neurosciences.



**Figure 2** - Les laboratoires de recherche biomédicale

Implanté sur une superficie de 10 hectares, le site de Fontenay-aux-Roses accueille une partie de la Direction du Centre Paris-Saclay, les instituts de recherche de la Direction de la recherche fondamentale, une unité de la Direction de l'Énergie Nucléaire (DEN) en charge des opérations de Mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MAD/DEM) des deux installations nucléaires de base, le service Archives du CEA, des directions fonctionnelles et enfin l'ensemble des équipes de soutien aux programmes et aux unités du CEA sur le site de Fontenay-aux-Roses.

Le site héberge également des équipes de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ainsi que des entreprises utilisant, par convention, les infrastructures et les compétences du centre pour leurs propres besoins.

## 1.2 PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES DU CEA FAR

Ce rapport présente le bilan de la surveillance du site CEA de Fontenay-aux-Roses et de son environnement en application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012, dit « arrêté INB ». Son contenu est élaboré selon les prescriptions de l'article 5.3.1 de la Décision ASN 2013-DC-0360 (Décision environnement) homologuée par l'arrêté du 9 août 2013 relatif à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé de l'environnement des INB.

Les aspects réglementaires de la surveillance de l'environnement du site de Fontenay-aux-Roses sont définis dans le cadre des arrêtés d'autorisation de rejets d'effluents radioactifs. Ces autorisations fixent les limites ainsi que les modalités techniques et de contrôle des rejets :

- Arrêté interministériel du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides par le centre d'études nucléaires de Fontenay-aux-Roses ;
- Arrêté interministériel du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux par le centre d'études nucléaires de Fontenay-aux-Roses ;
- Arrêté d'autorisation de déversement des eaux usées non domestiques dans le réseau d'assainissement du département des Hauts-de-Seine du 1er mars 2011 ;
- La convention signée le 27 octobre 2015 avec la Société des Eaux de Versailles et de Saint Cloud (SEVESC) pour le déversement des effluents liquides du site dans l'émissaire 55.

Pour répondre à ces exigences réglementaires, le plan de surveillance de l'environnement du site de Fontenay-aux-Roses intègre les obligations réglementaires mentionnées précédemment mais



**Figure 3** - Station de surveillance environnement - prélèvement d'herbe - mesure des aérosols sur filtre

prend également en compte la politique environnementale volontariste du Centre avec pour objectif majeur le maintien d'un niveau d'impact non significatif sur l'environnement. Dans ce cadre, la surveillance a été établie pour permettre de quantifier les rejets afin de garantir le respect des limites réglementaires, mais aussi pour déceler toute anomalie dans l'environnement et en évaluer l'impact. Son élaboration repose sur une connaissance précise des procédés mis en œuvre dans toutes les installations, des mécanismes de transfert, du milieu environnant et des modes de vie des populations locales. A ce titre, la surveillance repose sur la mesure en continu de divers paramètres tels que la météorologie, l'intensité du rayonnement gamma, les niveaux de radioactivité dans l'air et dans les eaux ainsi que sur l'analyse différée en laboratoire de prélèvements ponctuels effectués dans les différents compartiments de l'environnement. Les échantillons collectés tout au long de l'année sont ainsi analysés par le Laboratoire d'Essais (LE) du Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement (SPRE). Ce laboratoire est agréé au titre de l'article R.1333-11 du Code de la Santé Publique et dispose d'une accréditation COFRAC pour la mesure des paramètres tant radiologiques que chimiques. Enfin, le laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI) réalise les mesures du débit de dose sur les dosimètres implantés en différents points du site et de l'environnement.

Les valeurs de radioactivité dans l'environnement correspondent aux valeurs moyennes mensuelles obtenues à partir des résultats de mesures de l'activité des échantillons de même nature provenant d'un même point de prélèvement des stations de mesure réparties autour du site.

Pour mémoire, depuis décembre 2012, les données concernant la surveillance de l'environnement et le contrôle des rejets font l'objet d'une publication mensuelle à l'attention de l'ASN avec copie à la CLI. A noter également que depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010, les données relatives à la surveillance de l'environnement sont consultables en ligne sur le site internet : <http://www.mesure-radioactivite.fr>.

## **2 FAITS ENVIRONNEMENTAUX MARQUANTS POUR L'ANNEE 2017**

Depuis le 1<sup>er</sup> février 2017, les sites CEA de Saclay et de Fontenay-aux-Roses sont regroupés dans un centre unique CEA/Paris-Saclay. Les deux sites peuvent ainsi mutualiser plus efficacement leurs ressources pour développer leurs programmes, avec une visibilité accrue au sein de l'Université Paris-Saclay. Pour le SPRE, cette mutualisation s'accompagne du regroupement des équipes du site de Saclay avec celles du site de Fontenay-aux-Roses. Les analyses des échantillons prélevés au titre de la surveillance environnementale du site de Fontenay-aux-Roses sont désormais réalisées dans les laboratoires du SPRE sur le site de Saclay.

Pour la surveillance des rejets et de l'environnement, à noter les nombreux échanges techniques entre l'ASN, l'IRSN et le CEA pour le dossier de révision des autorisations de rejet du centre, ainsi que des modalités de surveillance de l'environnement transmis en octobre 2014 à l'ASN. Entre 2015 et 2016, l'instruction technique du dossier a donné lieu à de nombreux échanges finalisés par un projet de décision transmis au CEA début 2017. Le CEA est aujourd'hui en attente de la version définitive du futur arrêté.

Pour la surveillance des paramètres chimiques dans l'environnement, la Société des Eaux de Versailles et de Saint Cloud (SEVESC) a réalisé sur le site de CEA de Fontenay-aux-Roses 6 contrôles inopinés et 2 visites techniques au titre de la convention :

- Les résultats des 6 contrôles inopinés ont mis en exergue un dépassement récurrent du rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, malgré des valeurs correctes en DCO et DBO<sub>5</sub>.
- La visite technique effectuée par la SEVESC du 21 au 22 juin 2017 a mis en évidence un léger dépassement du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (2,75 au lieu de 2,5). Les concentrations respectives des deux paramètres sont largement en deçà des valeurs limites réglementaires.
- La visite technique réalisée le 15 décembre 2017 a montré un dépassement du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (7,88 au lieu de 2,5). Les deux paramètres sont néanmoins largement en dessous des valeurs limites, ce dépassement est donc à relativiser.



**Figure 4** - Surveillance en continu des émetteurs  $\beta\gamma$  de l'égout urbain et prélèvement de boues

### 3 ANOMALIES ET INCIDENTS

En 2017, aucun incident concernant la surveillance du site et de l'environnement n'a été déclaré à l'ASN. Cependant 7 écarts ont été classés en Evènement Intéressant l'Environnement par leur récurrence (classification mise en place en 2016).

**Tableau 1** - Evènements intéressant l'environnement déclarés en 2017

<b>Fiche d'écart</b>	<b>Résumé évènement</b>	<b>Actions correctives</b>
17/29, 17/44, 17/61	Récurrence des pertes de prélèvement ou absence de mesures en continu suite à l'intervention de nettoyage du sous-traitant.	mails transmis aux services techniques + mise en place d'affichage + reformation
17/42, 17/54	Récurrence des dépassements de seuils des valeurs réglementaires à l'émissaire 55	Courrier transmis aux installations concernées
17/27	Dépassement pH avéré à l'EM 17bis	Courrier transmis aux services techniques
17/04, 17/18	Récurrence des pannes de pompes de l'égout urbain	Réaliser un hydro curage des réseaux plus régulièrement
17/56	Dépassement pH avéré à l'EM 02-05	Courrier transmis aux installations concernées
17/55	Balise radiologique entrée piéton endommagée	Déclaration à l'assurance, achat de matériel
17/78	Perte de communication des balises RG avec le logiciel RAMVISION	Projet de remise à niveau de toutes les balises d'ancienne génération

Les pannes survenues sur les dispositifs de mesure ont fait l'objet de traitements appropriés et d'une information à l'ASN dans les registres mensuels.

La typologie des anomalies recensées dans les rapports mensuels fait apparaître trois types de dysfonctionnements :

- les dysfonctionnements liés aux systèmes informatiques tels que les défauts de communication entre les stations et le TCE (Tableau de Contrôle de l'Environnement) dont la plupart sont sans conséquence sur la continuité de la surveillance puisqu'indépendants des capteurs qui continuent à fonctionner. Les défauts d'archivage au TCE sont eux aussi sans conséquence du fait que l'archivage sur les postes informatiques locaux des stations reste quant à lui opérationnel ; dans le cas contraire des mesures compensatoires sont mises en place pour assurer la surveillance (rondes par exemple) ;
- les défauts électriques tels que les disjonctions des stations qui ont fait l'objet d'interventions sans délai (ex. réarmement de l'installation) ;
- les équipements défectueux peuvent faire l'objet d'une réparation soit immédiatement par le remplacement de la pièce incriminée, soit de façon différée. Dans ce dernier cas, des appareils de secours sont mis en place pour assurer le maintien de la continuité de la surveillance (appareils de prélèvement atmosphérique, pompe de prélèvement redondante, ...).

Durant les heures ouvrables, les salariés CEA et des entreprises extérieures chargées de la maintenance des équipements interviennent dès la détection du dysfonctionnement ou de l'anomalie. En dehors des heures normales, les salariés CEA présents sur le site dans le cadre des Permanences pour Motif de Sécurité (PMS) interviennent sans délai pour remettre en service l'installation ou pour mettre en œuvre la mesure conservatoire adéquate afin d'assurer le maintien à niveau de la surveillance.

## 4 CONTROLE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX

Les rejets gazeux du site proviennent pour l'essentiel de la ventilation « procédé » des installations nucléaires. Les bâtiments des INB 165 et 166 sont équipés de filtres dits THE (Très Haute Efficacité) avant le rejet des effluents gazeux dans l'environnement et d'un système de prélèvement d'air sur filtre permettant de réaliser un échantillon et ainsi une analyse de l'activité présente sur le filtre. Connaissant le volume d'air ayant traversé le filtre, on peut en déduire l'activité volumique du rejet.

Tous les réseaux « procédé » et « ventilation » des installations font l'objet d'une surveillance. Cependant, seuls les résultats des rejets issus des gaines « procédé » sont comptabilisés pour la détermination des rejets gazeux des INB, les résultats relatifs aux extractions « ambiance » ne présentant pas d'anomalie particulière.

Les rejets gazeux du site sont réglementés par l'arrêté du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejet d'effluents radioactifs gazeux. Les limites réglementaires annuelles sont fixées à :

- 20 TBq pour les gaz
- 10 GBq pour les halogènes et aérosols.

### 4.1 SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DES REJETS GAZEUX DES INB

Les dispositifs de mesure en continu de la radioactivité sont placés dans les cheminées de rejet des circuits d'extraction « procédé » en aval des filtres THE et avant rejet dans l'environnement. Ils assurent en temps réel la détermination de l'activité des aérosols bêta et de l'activité des gaz radioactifs. Au total, le centre compte neuf émissaires (figure 5) équipés de moniteurs de contrôle en temps réel de l'activité des aérosols émetteurs bêta dont cinq surveillent également les aérosols émetteurs alpha. Quatre d'entre eux, situés au bâtiment 18 (INB 165), sont équipés d'un contrôle des gaz malgré l'absence de rejets potentiels de gaz rares.

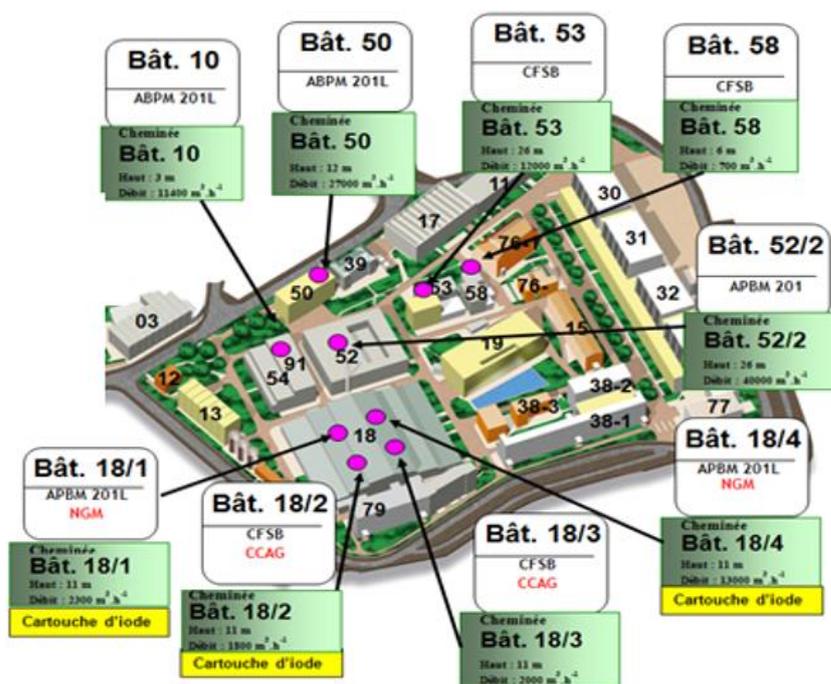
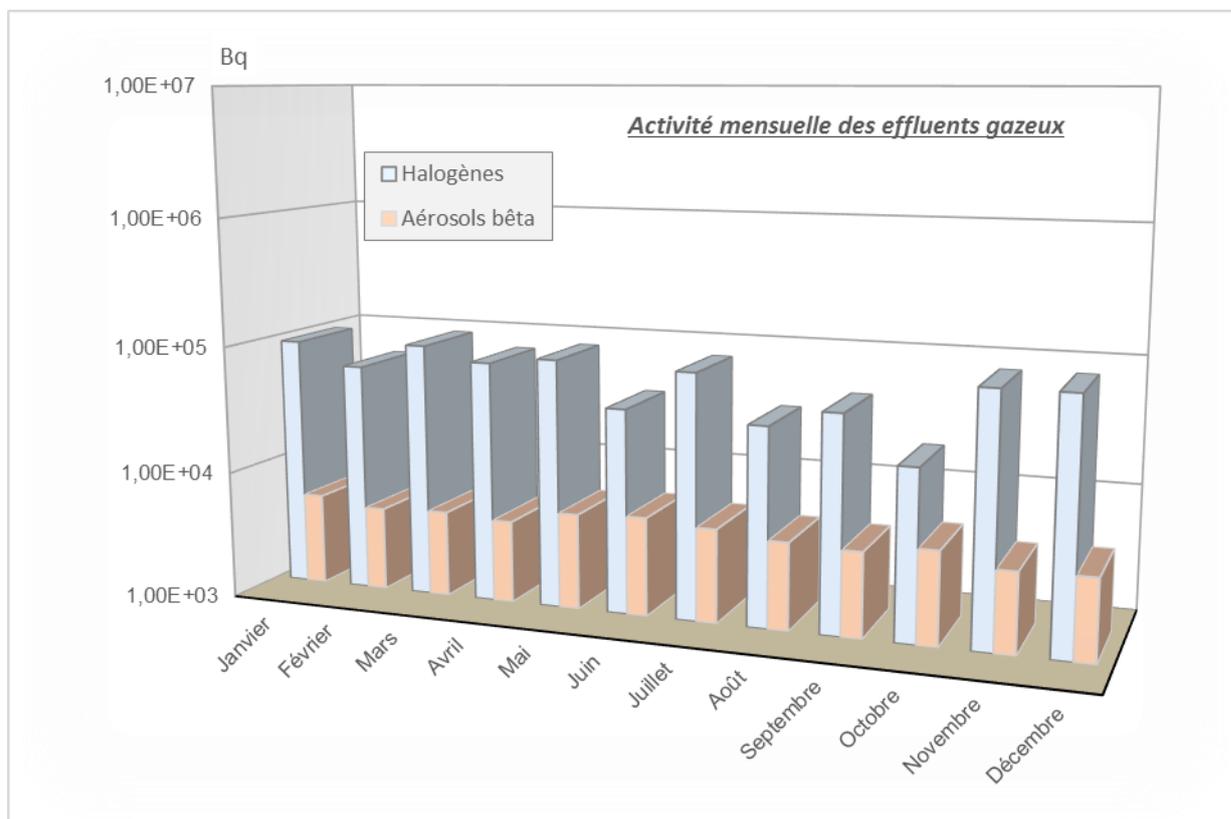


Figure 5 - Localisation des émissaires gazeux du site de Fontenay-aux-Roses

## 4.2 REJET 2017 DES EFFLUENTS GAZEUX PAR LES INB

Les activités mensuelles des aérosols bêta et des halogènes mesurées sur les effluents gazeux sont représentées sur le graphe de la figure ci-dessous. A noter que depuis 1995, date de l'arrêt des opérations sur combustible irradié, l'activité mensuelle des gaz est mesurée systématiquement inférieure au seuil de décision des appareils de mesure, soit inférieure à  $1,6 \cdot 10^{11}$  Bq.



**Figure 6** - Activité mensuelle des effluents gazeux 2017

L'évolution des rejets gazeux des INB du site de FAR en comparaison du prévisionnel établi pour l'année 2017 n'amène pas de commentaire particulier. L'activité des aérosols bêta de  $5,9 \cdot 10^4$  Bq représente 59% de l'activité prévue ( $1,0 \cdot 10^5$  Bq). Celle des halogènes de  $8,2 \cdot 10^5$  Bq est de l'ordre de 9% de l'activité prévisionnelle attendue ( $9,0 \cdot 10^6$  Bq).



Balise aérosols



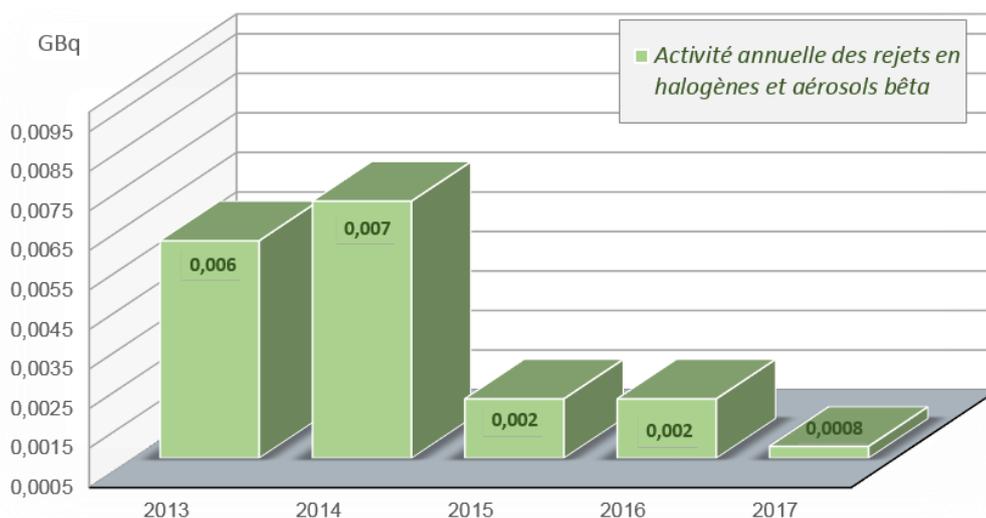
Barboteur tritium



PIAFF

**Figure 7** - Appareils de surveillance atmosphérique

On note que l'activité annuelle des rejets cumulés aérosols bêta et halogènes reste faible au regard des limites fixées par les autorisations, inférieure à 0,01 %. Hormis pour les gaz rares systématiquement non détectés (valeurs inférieures à la limite de détection des appareils), l'évolution des rejets en aérosols bêta et halogènes depuis les cinq dernières années (2013 à 2017) est représentée sur la figure ci-après.



**Figure 8** - Activité pluriannuelle des effluents gazeux

La baisse observable depuis 2015 est principalement imputable aux halogènes qui s'explique par un changement des équipements de mesure plus sensibles (seuil de décision plus bas).

Pour rappel, la limite réglementaire annuelle est de 10 GBq pour le cumul des activités des halogènes gazeux et des aérosols bêta. Il n'y a pas de rejets d'aérosols alpha.

## 5 CONTROLE DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES PRODUITS PAR LES INB

Les effluents liquides des INB du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont rejetés au travers de deux émissaires avant d'être transférés à l'égout urbain situé en aval du centre :

- L'émissaire 17 : situé aux abords du bâtiment 17, cet émissaire collecte, outre les effluents d'une partie des installations non nucléaires du centre, les effluents du bâtiment 52-2 de l'INB 165 et des bâtiments de l'INB 166,
- L'émissaire 55 : situé aux abords du bâtiment 55, cet émissaire collecte, outre les effluents de l'autre partie des installations non nucléaires du centre, les effluents du bâtiment 18 de l'INB 165.

Les rejets des INB du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont réglementés par l'arrêté ministériel du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejet d'effluents radioactifs liquides des INB et pour la partie physico-chimique par l'arrêté du Conseil Général du 1er mars 2011 relatif à l'autorisation de déversement dans le réseau départemental d'assainissement des rejets d'eaux usées non domestiques uniquement pour l'émissaire 17. D'autre part, la convention avec la SEVECS en date du 27 octobre 2015 pour le raccordement du centre au réseau d'assainissement de la communauté d'agglomération Sud-de-Seine réglemente le déversement des effluents liquides du site dans l'émissaire 55. Les limites réglementaires annuelles pour les rejets liquides\* des INB sont respectivement de 200 GBq pour le tritium, de 40 GBq pour l'ensemble des radioéléments autres que le tritium et de 1 GBq pour les radioéléments émetteurs alpha.

Dans les chapitres suivants, le bilan des rejets liquides\* est établi selon les règles de comptabilisation des effluents décrites dans les paragraphes 3.2.7 et 3.2.8 de l'arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN.

(\* Le terme « rejets liquides » est utilisé dans la mesure où il est communément usité. D'un point de vue réglementaire, il s'agit de transferts d'effluents vers l'égout urbain et non de rejets dans l'environnement.

## 5.1 NATURE ET ORIGINE DES EFFLUENTS LIQUIDES

Ces effluents de fonctionnement des INB ont pour origine les eaux de lavage des sols ainsi que les eaux sanitaires (douches et lavabos) situés dans les zones réglementées des INB. A ce titre, ils sont donc susceptibles de contenir des traces de radioactivité artificielle.

## 5.2 GESTION ET CONTROLES DES EFFLUENTS LIQUIDES

Aucun effluent liquide susceptible de contenir des éléments radioactifs n'est rejeté sans autorisation préalable du SPRE. Les effluents liquides de fonctionnement des installations sont recueillis dans des cuves tampon, puis transférés vers l'égout urbain après autorisation de rejet délivrée par le SPRE et vérification de sa conformité avec la réglementation en vigueur (activité volumique, activité totale rejetée, conformité chimique de l'effluent).

Après homogénéisation de l'effluent, un échantillon est analysé pour déterminer les activités alpha et bêta globales ainsi que l'activité des émetteurs bêta par scintillation liquide. Une spectrométrie gamma est également effectuée pour identifier la présence éventuelle de radionucléides émetteurs gamma significatifs. Pour les éléments chimiques se reporter au paragraphe 5.4.

## 5.3 TRANSFERTS D'EFFLUENTS LIQUIDES EN 2017

En 2017, 517 m<sup>3</sup> d'effluents liquides ont été transférés vers l'égout urbain (milieu récepteur). Le bilan des activités globales mensuelles alpha et bêta ainsi que la teneur en tritium et carbone 14 des effluents avant rejet est porté dans le tableau ci-après.

**Tableau 2** - *Activité mensuelle des rejets liquides 2017 en provenance des INB*

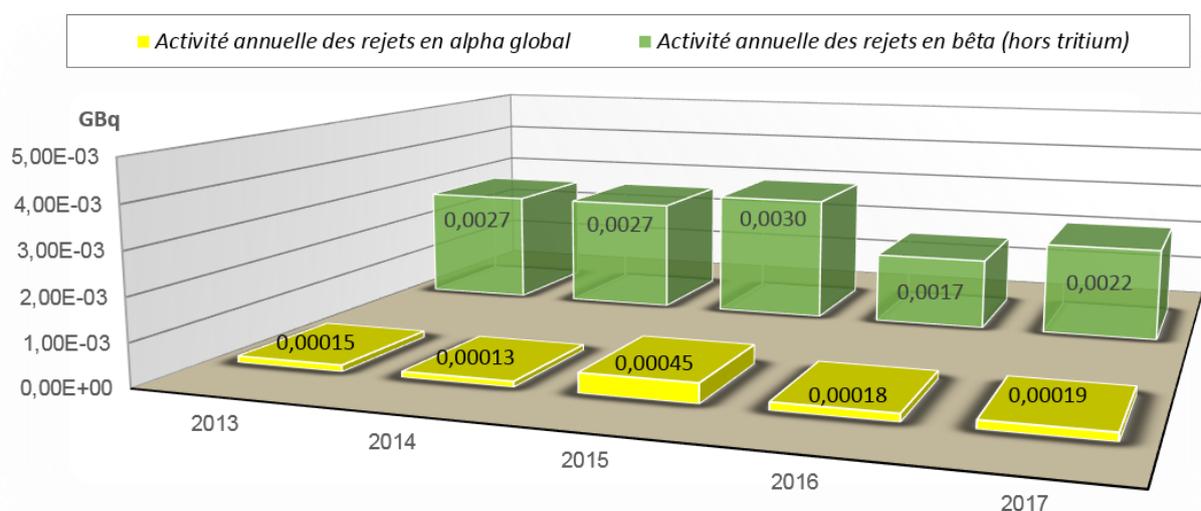
	$\alpha$ global (en Bq)	$\beta$ global (hors $^3\text{H}$ et $^{14}\text{C}$ ) (en Bq)	$^3\text{H}$ (en Bq)	$^{14}\text{C}$ (en Bq)	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Janvier</b>	2,7E+04	2,4E+04	4,1E+05	<1,8E+05	50
<b>Février</b>	1,4E+04	4,4E+04	4,9E+05	<3,4E+05	80
<b>Mars</b>	2,1E+03	1,0E+04	1,3E+05	<5,6E+04	16
<b>Avril</b>	4,1E+03	1,6E+04	3,4E+05	<1,7E+05	49
<b>Mai</b>	1,0E+04	3,1E+04	4,9E+05	<2,5E+05	71
<b>Juin</b>	1,2E+03	8,1E+03	1,8E+05	<6,4E+04	18
<b>Juillet</b>	1,2E+04	2,6E+04	3,5E+05	<1,5E+05	41
<b>Août</b>	2,2E+04	4,9E+04	7,3E+05	<2,5E+05	73
<b>Septembre</b>	5,7E+03	2,9E+04	3,2E+05	<1,1E+05	31
<b>Octobre</b>	8,7E+04	3,1E+04	1,6E+06	<3,0E+05	78
<b>Novembre</b>	<1,6E+02	1,7E+03	4,9E+04	<1,1E+04	3
<b>Décembre</b>	<4,1E+02	2,5E+03	1,1E+05	<2,3E+04	7
<b>TOTAL</b>	1,9E+05	2,7E+05	5,2E+06	<1,9E+06	517

Nota : Aucun radionucléide gamma, ni aucune trace en carbone 14 n'ont été détectés dans les effluents transférés.

Le bilan des activités des effluents liquides des cinq dernières années est porté sur le **tableau 3** et la **figure 9** ci-après.

**Tableau 3** - *Activité des rejets liquides 2017 en provenance des INB*

Activité rejetée (GBq)	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Alpha global</i>	0,00015	< 0,00013	0,00045	0,00018	0,00019
<i>Bêta (hors Tritium)</i>	0,0027	0,0027	0,0030	0,0017	0,0022
<i>Tritium</i>	< 0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,005



**Figure 9** - *Rejets liquides du CEA Fontenay-aux-Roses de 2013 à 2017*

A titre de rappel, les limites réglementaires annuelles pour les émetteurs alpha est de 1 GBq, pour les émetteurs bêta (hors tritium) 40 GBq et 200 GBq pour le tritium.

Sur les cinq dernières années, les activités des rejets liquides des émetteurs alpha et des émetteurs bêta (hors tritium) restent faibles et représentent moins du pourcent des autorisations de rejet. A noter également que conformément aux prescriptions fixées par ces mêmes autorisations et bien que le carbone 14 soit systématiquement mesuré inférieur au seuil de décision, l'activité des émetteurs bêta (hors tritium) prend en compte d'une part l'activité bêta globale et d'autre part l'activité en carbone 14 calculée en multipliant le volume de rejet par la valeur de son seuil de décision, ce qui contribue à une majoration des rejets bêta.

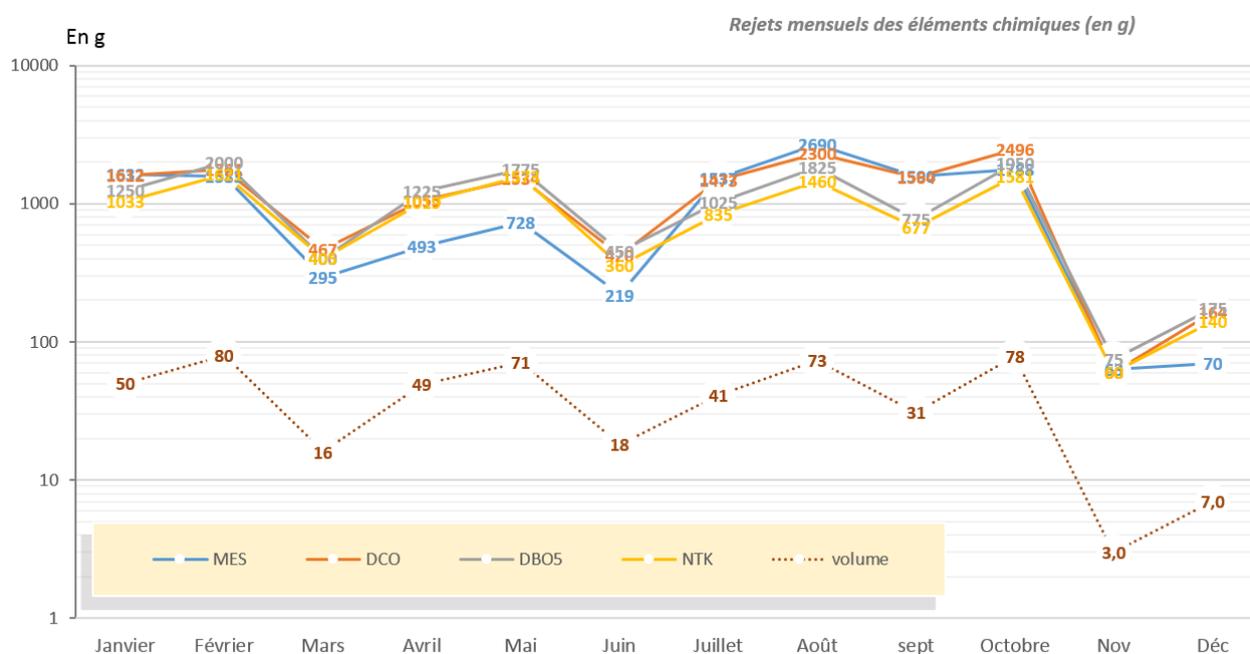
## 5.4 REJET D'ÉLÉMENTS NON RADIOACTIFS (ÉLÉMENTS CHIMIQUES ET MÉTAUX LOURDS)

### 5.4.1 MESURES DES PARAMÈTRES CHIMIQUES DES CUVES DES LABORATOIRES

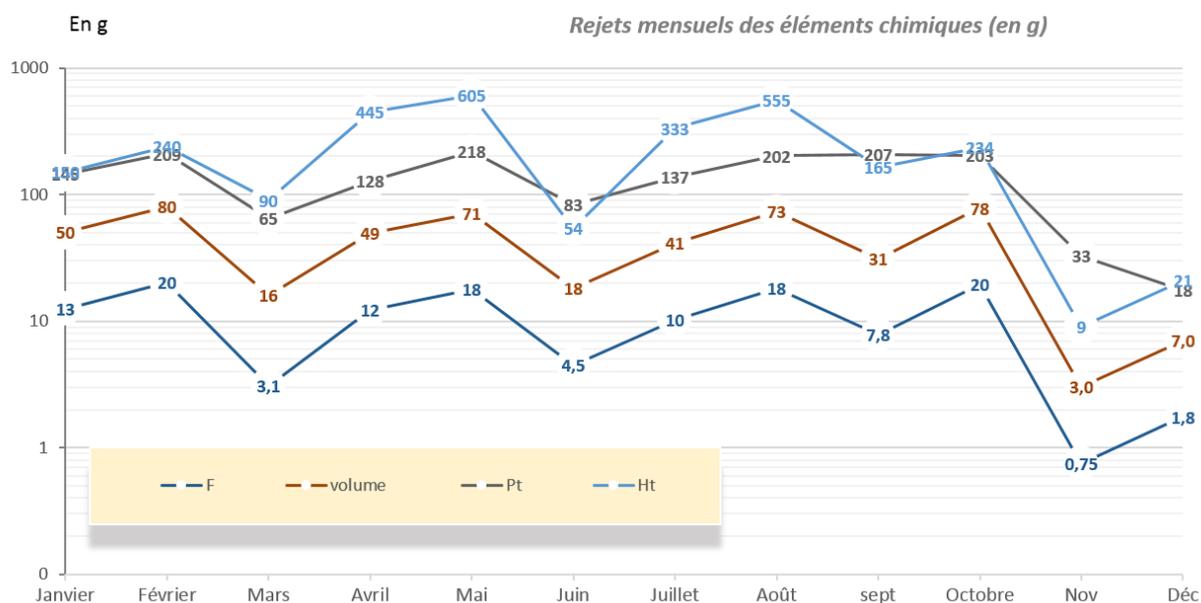
Les éléments chimiques contenus dans les cuves des bâtiments et les installations en cours d'assainissement sont contrôlés avant rejet. Ces contrôles concernent notamment les matières en suspension (MES), la Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), l'azote total kjeldahl (Ntk), le phosphore total (P<sub>t</sub>), les fluorures (F), les hydrocarbures (HT), le pH et les métaux. Les bilans mensuels figurent dans les **tableaux 4 et 5** et sur les **figures 10, 11 et 12**.

**Tableau 4 - Surveillance mensuelle des paramètres chimiques des rejets liquides des INB en 2017**

Mois	Éléments chimiques							Volume rejeté (m <sup>3</sup> )
	MES (g)	DCO (g)	DBO <sub>5</sub> (g)	NTK (g)	P <sub>t</sub> (g)	HT (g)	F (g)	
Janvier	1632	1612	1250	1033	145	150	13	50
Février	1583	1761	2000	1621	209	240	20	80
Mars	295	467	400	405	65	90	3,1	16
Avril	493	1055	1225	1019	128	445	12	49
Mai	728	1534	1775	1573	218	605	18	71
Juin	219	420	450	360	83	54	4,5	18
Juillet	1537	1473	1025	835	137	333	10	41
Août	2690	2300	1825	1460	202	555	18	73
Septembre	1590	1564	775	677	207	165	7,8	31
Octobre	1788	2496	1950	1581	203	234	20	78
Novembre	63	60	75	60	33	9	0,75	3,0
Décembre	70	164	175	140	18	21	1,8	7,0
<b>TOTAL</b>	<b>12688</b>	<b>14906</b>	<b>12925</b>	<b>10764</b>	<b>1645</b>	<b>2901</b>	<b>129</b>	<b>517</b>



**Figure 10 - Paramètres chimiques des rejets liquides mensuels 2017**

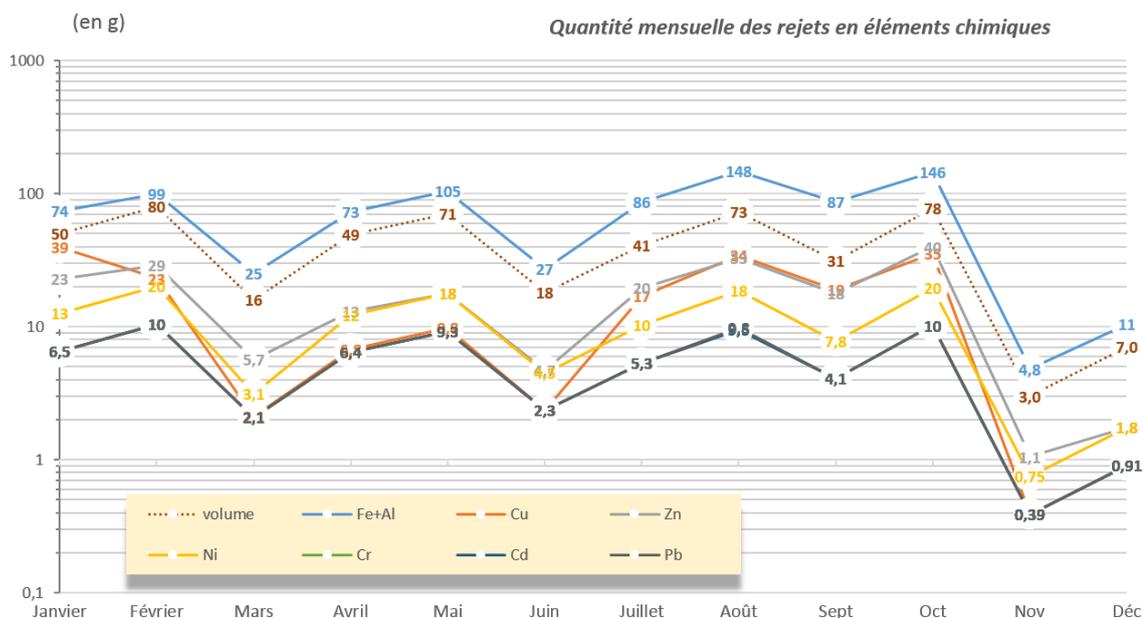


**Figure 11** - Paramètres chimiques des rejets liquides mensuels 2017

Les mois pendant lesquels des cuves de grands volumes ont été rejetées présentent des cumuls mensuels généralement plus élevés, mais sans jamais pour autant dépasser les flux maxima journaliers autorisés par l'arrêté d'autorisation de déversement d'eaux usées non domestiques du 1<sup>er</sup> mars 2011 ou par la convention du 27 octobre 2015.

**Tableau 5** - Rejets des traces métalliques provenant des INB en 2017

Mois	Rejets de métaux en provenance des INB en 2017 (en g)							Volume rejeté (m <sup>3</sup> )
	Fe+Al	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	Cd	
Janvier	74	39	23	13	6,5	6,5	6,5	50
Février	99	23	29	20	10	10	10	80
Mars	25	2,1	5,7	3,1	2,1	2,1	2,1	16
Avril	73	6,8	13	12	6,4	6,4	6,4	49
Mai	105	9,8	18	18	9,3	9,3	9,3	71
Juin	27	2,3	4,7	4,5	2,3	2,3	2,3	18
Juillet	86	17	20	10	5,3	5,3	5,3	41
Août	148	34	33	18	9,8	9,5	9,5	73
Septembre	87	19	18	7,8	4,1	4,1	4,1	31
Octobre	146	35	40	20	10	10	10	78
Novembre	4,8	0,39	1,1	0,75	0,39	0,39	0,39	3,0
Décembre	11	0,91	1,8	1,8	0,91	0,91	0,91	7,0
<b>TOTAL</b>	<b>884</b>	<b>190</b>	<b>205</b>	<b>129</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>517</b>



**Figure 12** - Rejets mensuels Fer + Al, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd et Pb en provenance des INB (2017)

Commentaire : Nous observons les mêmes tendances que pour les **figures 10 et 11**, à savoir que les cumuls mensuels des traces métalliques suivent les variations des volumes des cuves rejetées.

#### 5.4.2 MESURES DES PARAMETRES CHIMIQUES DES EMISSAIRES

Les émissaire 17 et 55, décrits précédemment (cf. introduction du § 6) sont présentés sur la **figure 13** (page 19). Les valeurs moyennes 2017 des paramètres chimiques mesurés sur les prélèvements moyens 24 heures au niveau de l'émissaire 17 sont présentées dans le **tableau 6**. Ces valeurs respectent en majorité les concentrations maximales fixées dans l'arrêté du 1<sup>er</sup> mars 2011 d'autorisation de déversement dans le réseau départemental d'assainissement des rejets d'eaux usées non domestiques.

Pour les valeurs maximales, on note cependant un très léger dépassement de la valeur du pH (sans conséquence sur celui de de l'égout urbain), ainsi qu'un dépassement de l'azote kjedhal.

**Tableau n° 6** - Valeurs 2017 des paramètres chimiques mesurés sur les prélèvements réglementaires de l'émissaire 17

Paramètre	Unité	limite réglementaire	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne annuelle 2017
pH	/	5,5 << 8,5	7,3	<b>8,7</b>	8,1
MES	mg/l	600	< 10	46	22
DCO	mg O <sub>2</sub> /l	2000	< 20	316	109
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	800	< 25	192	63
DCO/DBO <sub>5</sub>	/	2,5	1,4	2,4	1,7
Azote Kjeldahl	mg N/l	150	< 20	<b>178</b>	36
Phosphore total	mg P/l	50	< 2,5	39	7,8
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	< 3	< 10	< 10
Cyanures	mg/l	0,1	< 0,04	< 0,10	< 0,10
Fluorures	mg/l	15	< 0,25	0,95	0,36

Paramètre (suite)	Unité	Limite réglementaire	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne annuelle 2017
Fer + aluminium	mg/l	5	1,1	< 1,5	1,5
Cuivre	mg/l	0,5	< 0,13	< 0,13	< 0,13
Zinc	mg/l	2	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Nickel	mg/l	0,5	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Plomb	mg/l	0,5	< 0,13	< 0,13	< 0,13
Chrome	mg/l	0,5	0,13	< 0,13	0,13
Cadmium	mg/l	0,2	< 0,13	< 0,13	< 0,13

Nota : MES = matières en suspension ; DBO<sub>5</sub> = Demande Biologique en Oxygène à 5 jours ; DCO = Demande Chimique en Oxygène.

Les valeurs moyennes des paramètres chimiques mesurés à l'émissaire 55, sont reportées dans le **tableau 7** ci-après. Ces valeurs respectent les concentrations maximales fixées dans la Convention de raccordement du CEA au réseau d'assainissement de la communauté d'agglomération Sud-de-Seine datée du 27 octobre 2015.

Pour les valeurs maximales, on note un léger dépassement de l'azote Kjeldahl et du ratio DCO/DBO<sub>5</sub> (DCO et DBO<sub>5</sub> dans les limites réglementaires), ainsi qu'un dépassement récurrent du pH n'ayant pu être associé à des rejets identifiés du site mais sans conséquence sur le pH de l'égout urbain. Pour les MES, aucune origine n'a pu être identifiée pour expliquer la valeur maximale de 1405 mg/L.

**Tableau n° 7 - Valeurs minimales maximales et moyennes, pour l'année 2017**  
des paramètres chimiques mesurés sur les prélèvements réglementaires de l'émissaire 55

Paramètre	Unité	Limite réglementaire	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne annuelle 2017
pH	/	5,5< <8,5	8,0	<b>9,0</b>	<b>8,5</b>
MES	mg/l	600	43	<b>1405</b>	198
DCO	mg O <sub>2</sub> /l	2000	130	1370	295
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	800	50	670	168
DCO/DBO <sub>5</sub>	/	2,5	0,8	<b>3,0</b>	1,8
Azote Kjeldahl	mg N/l	150	26	<b>181</b>	90
Phosphore total	mg P/l	50	4,4	16	7,9
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	< 3	< 10	<10
Cyanures	mg/l	0,1	< 0,04	< 0,10	<0,10
Fluorures	mg/l	15	< 0,25	0,95	0,35
Fer + aluminium	mg/l	5	< 1,5	4,4	1,7
Cuivre	mg/l	0,5	< 0,13	0,23	0,15
Zinc	mg/l	2	< 0,25	0,98	0,36
Nickel	mg/l	0,5	< 0,25	< 0,25	<0,25
Plomb	mg/l	0,5	< 0,13	< 0,13	<0,13
Chrome	mg/l	0,5	< 0,13	< 0,13	<0,13
Cadmium	mg/l	0,2	< 0,13	< 0,13	<0,13

Nota : MES = matières en suspension (MES) ; DBO<sub>5</sub> = Demande Biologique en Oxygène à 5 jours ; DCO = Demande Chimique en Oxygène.

Aucun produit chimique n'est déversé directement dans le réseau d'évacuation des effluents liquides du centre. Ils sont collectés dans des récipients puis évacués après tri vers les filières d'élimination appropriées. La traçabilité de ces éliminations est archivée par le producteur en charge des évacuations.

## 5.5 CONTROLES DES EMISSAIRES ET DE L'EGOUT URBAIN

L'implantation des stations de contrôles des émissaires 17 et 55 ainsi que de l'égout urbain est représentée sur la **figure 13**. Les volumes mensuels calculés à partir des débits mesurés sont donnés dans le **tableau 8**.

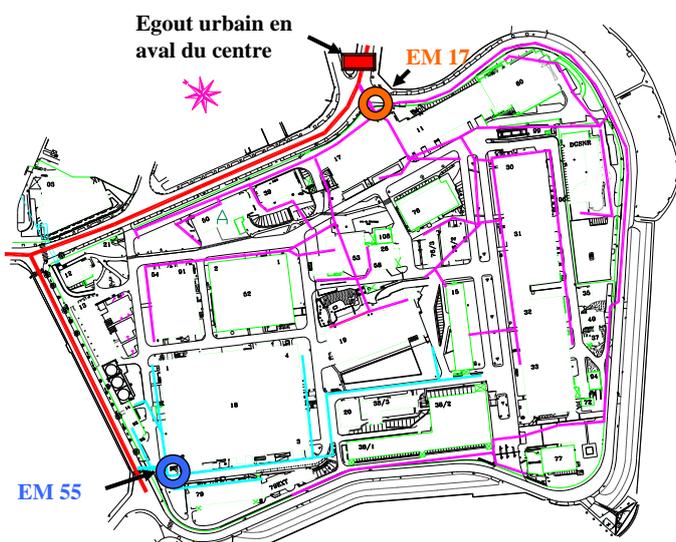
Les volumes mensuels de l'égout urbain indiqués dans le tableau 7 restent estimatifs. En effet une rupture du câble d'alimentation électrique du débitmètre installé dans l'égout urbain a conduit le SPRE à utiliser un débitmètre mobile, à titre provisoire. Le débitmètre a été remis en service après étalonnage le 20/10/2017.

Les stations de contrôle des deux émissaires sont équipées d'un échantillonneur d'effluents, d'un dispositif pour le contrôle de radioactivité par mesure gamma et d'un pH-mètre. La station des effluents de l'égout urbain, située en aval immédiat du site est également équipée de dispositifs de contrôle de radioactivité, d'une mesure du pH et d'un dispositif de prélèvement en continu qui permet de recueillir les échantillons représentatifs des effluents. Ces échantillons font l'objet d'analyses de routine au laboratoire (**tableau 9**).

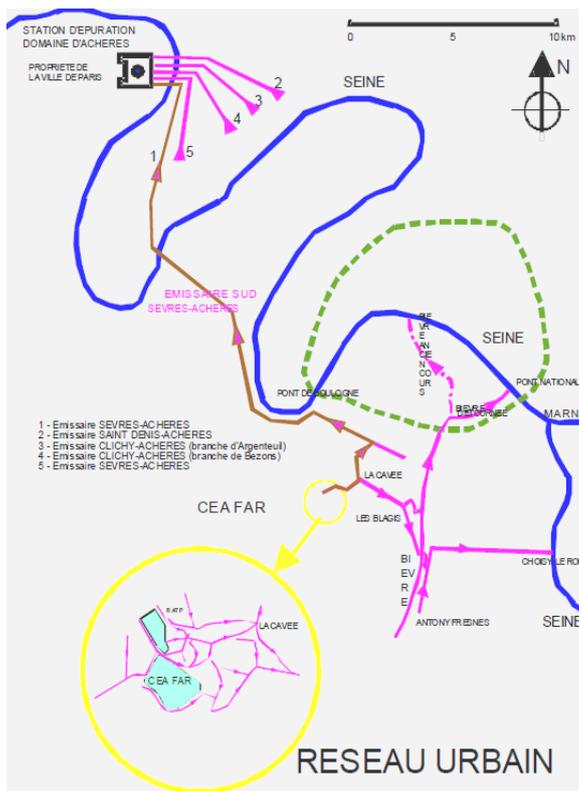
Les dispositifs installés aux émissaires et à l'égout urbain fonctionnent en continu avec un report d'alarme raccordé au Tableau de Contrôle de l'Environnement (TCE).

Pour être conforme à l'arrêté du 30/03/1988, l'activité volumique ajoutée, calculée après mélange dans l'égout collecteur, doit être au maximum, en valeur moyenne quotidienne, de :

- 20 Bq/l pour l'ensemble des radioéléments autres que le tritium,
- 500 Bq/l pour le tritium.



**Figure 13** - Implantation des stations de contrôle des émissaires et de l'égout urbain



Préleveur automatique des eaux de l'égout urbain et des émissaires



Surveillance continue des émetteurs  $\beta/\gamma$  des eaux de l'égout urbain

**Figure 14** - Egot urbain

**Tableau 8** - Volumes mensuels (en m<sup>3</sup>) d'eaux mesurés aux émissaires du site de Fontenay-aux-Roses et à l'égout urbain

Mois	Emissaire 17	Emissaire 55	Egot urbain
Janvier	3751	497	13199
Février	2825	230	15384
Mars	3732	242	19500
Avril	1896	166	16560
Mai	2926	305	19344
Juin	3209	187	15715
Juillet	3914	242	11980
Août	4037	238	9872
Septembre	4574	214	14702
Octobre	2513	358	11402
Novembre	2887	264	10860
Décembre	4781	211	14808
<b>Total 2017</b>	<b>41 045</b>	<b>3 154</b>	<b>173 326</b>

Les résultats des contrôles de la radioactivité (mesures en laboratoire) montrent des moyennes journalières à l'égout urbain dont la valeur maximale est de 0,4 Bq/l pour les émetteurs alpha, 1,5 Bq/l pour les émetteurs bêta et 24 Bq/l pour le tritium.

**Tableau 9** - Valeurs maximales mensuelles des activités relevées aux émissaires et à l'égout urbain (résultats exprimés en Bq/m<sup>3</sup>)

Mois	Emissaire 17				Emissaire 55				Egout urbain			
	alpha	bêta	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	alpha	bêta	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	alpha	bêta	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C
Janvier	0,07	0,49	13,9	<5,4	0,17	1,7	8,9	<6,2	0,14	0,77	14	<5,9
Février	0,05	0,41	9,50	<5,3	0,06	1,2	13	<6,8	0,14	0,93	17	<5,9
Mars	<0,05	0,29	9,47	<5,7	0,10	1,3	8,0	<6,1	0,13	0,67	19	<5,8
Avril	0,05	0,39	14	<4,6	0,22	1,8	11	<9,5	0,11	0,78	13	<5,8
Mai	0,09	0,30	16	<4,7	0,20	1,1	12	<6,6	0,10	0,75	20	<5,5
Juin	0,06	0,75	15	<6,0	0,13	2,5	12	<8,1	0,24	0,82	18	<5,5
Juillet	0,06	0,30	17	<4,8	0,15	2,2	15	<8,6	0,18	1,5	24	<5,0
Août	0,08	0,29	21	<4,5	0,32	1,6	18	<7,5	0,11	0,70	22	<4,9
Septembre	<0,05	0,24	21	<4,5	0,07	1,6	<11	<10	0,11	0,88	24	<5,9
Octobre	0,12	0,39	24	<4,7	0,14	1,8	2	<8,8	0,14	0,70	24	<5,8
Novembre	0,06	0,31	23	<8,6	0,11	2,2	1	<9,6	0,39	1,3	21	<6,7
Décembre	<0,05	0,25	16	<5,5	<0,04	1,2	<11	<9,8	0,11	0,89	20	<6,9

## 5.6 CONSOMMATION, PRELEVEMENT D'EAU ET PREVISIONNEL

En 2017, les volumes d'eau (eau de ville) consommés par les INB représentent 985 m<sup>3</sup> pour l'INB 165 et 883 m<sup>3</sup> pour l'INB 166 soit une quantité bien inférieure par rapport au prévisionnel estimé pour les deux INB.

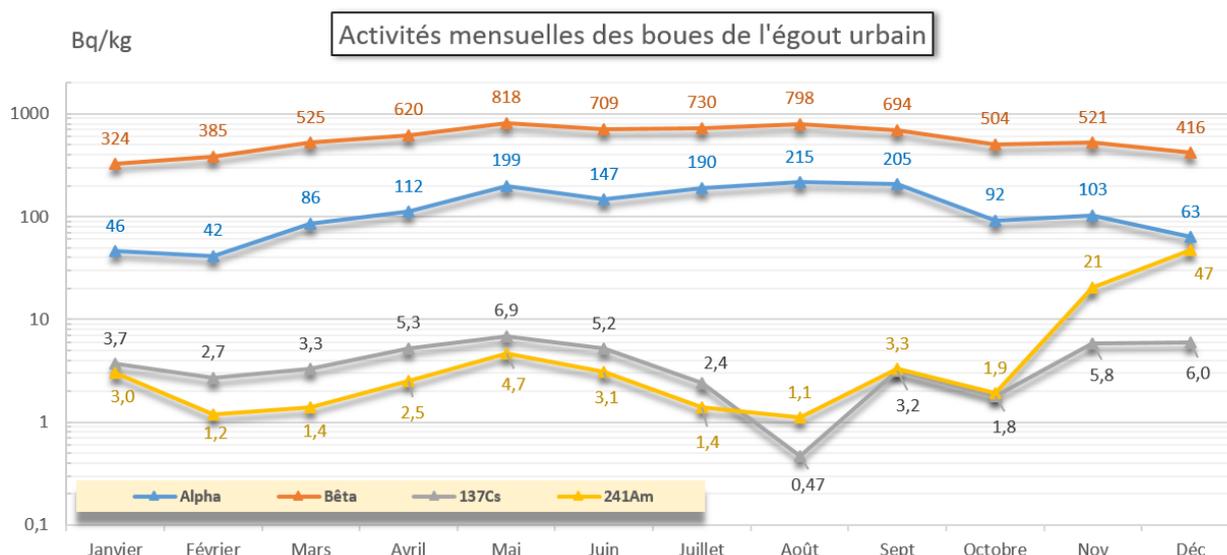
A titre informatif, les effluents des cuves représentent moins de 25 % du volume consommé. Pour l'année 2018, les prévisions de la consommation en eau des INB sont estimées à 1500 m<sup>3</sup> pour l'INB 165 et 1100 m<sup>3</sup> pour l'INB 166.

Pour les prélèvements d'eau souterraine, à l'exception des échantillons mensuels de la nappe phréatique destinés aux analyses environnementales (fraction négligeable), le site ne réalise aucun prélèvement d'eau souterraine.

## 5.7 CONTROLE DES BOUES DE L'EGOUT URBAIN

Un échantillon de boues est prélevé mensuellement à des fins d'analyses dans les laboratoires du SPRE. L'évolution des indices d'activité alpha et bêta globales ainsi que les activités spécifiques en <sup>137</sup>Cs et en <sup>214</sup>Am mesurées sur les boues est présentée sur le tableau 10 et la figure 15 ci-après.

**Figure 15** - Surveillance radiologique 2017 des boues au niveau de l'égout urbain (en Bq/kg)



On peut noter que les activités moyennes en émetteurs alpha et bêta en 2017, respectivement de l'ordre de 130 Bq/kg et 590 Bq/kg, sont essentiellement dues à la radioactivité d'origine naturelle.

Les activités moyennes des boues en <sup>137</sup>Cs et <sup>241</sup>Am, respectivement de l'ordre de 4 Bq/kg et 8 Bq/kg restent dans les valeurs habituellement observées.

**Tableau 10** - Activité des boues prélevées mensuellement dans l'égout urbain  
(Résultats 2017 exprimés en Bq/kg)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Alpha</b>	46	42	86	112	199	147	190	215	205	92	103	63
<b>Bêta</b>	324	385	525	620	818	709	730	798	694	504	521	416
<b><sup>137</sup>Cs</b>	3,7	2,7	3,3	5,3	6,9	5,2	2,4	<0,47	3,2	<1,8	5,8	6,0
<b><sup>241</sup>Am</b>	3,0	<1,2	<1,4	2,5	4,7	3,1	<1,4	<1,1	3,3	1,9	21	47

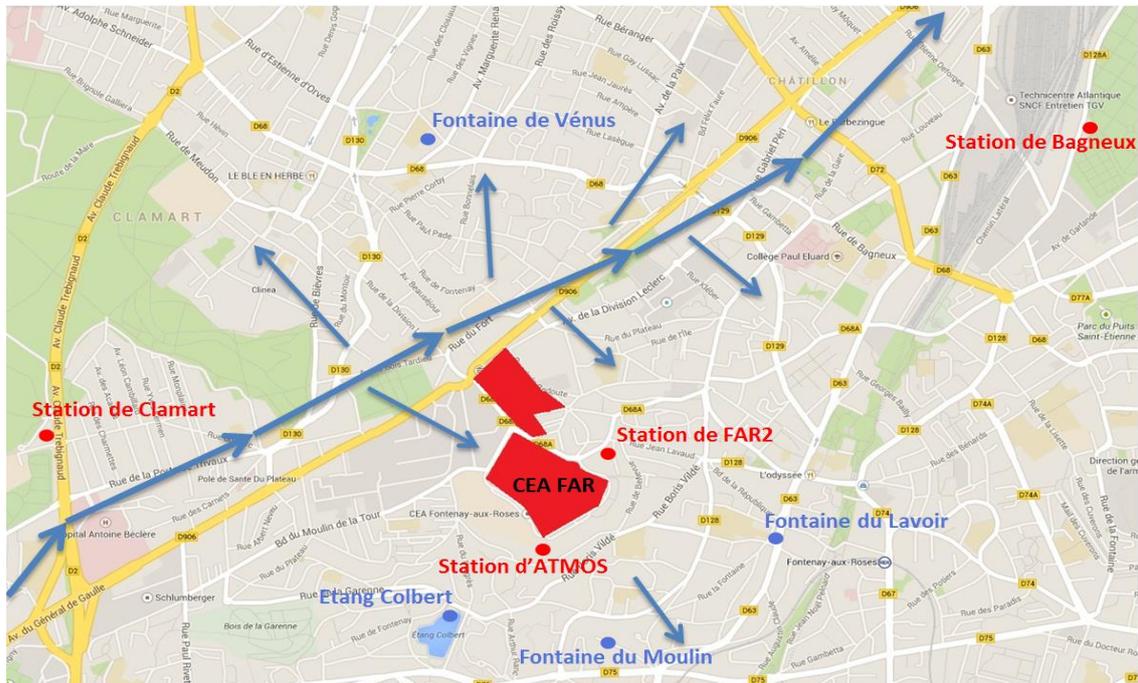
## 6 SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'AMBIANCE ATMOSPHERIQUE

La surveillance de l'air est effectuée à partir des 4 stations de surveillance : ATMOS, FAR2, CLAMART et BAGNEUX situées à une distance comprise entre 200 m et 2,0 km autour du site CEA de Fontenay-aux-Roses (**Figure 16**).

Les stations sont équipées de dispositifs pour :

- la mesure en direct des activités alpha et bêta des poussières atmosphériques collectées sur filtres (4 stations), avec des mesures différées en laboratoire après décroissance des radionucléides naturels,

- la recherche d'halogènes sur les cartouches de prélèvement (2 stations),
- la mesure de l'irradiation ambiante (4 stations).



**Figure 16** - Implantation des stations de contrôle de l'environnement

Ce dispositif est complété de mesures de l'irradiation ambiante tout autour de la clôture du site.

## 6.1 LES AEROSOLS

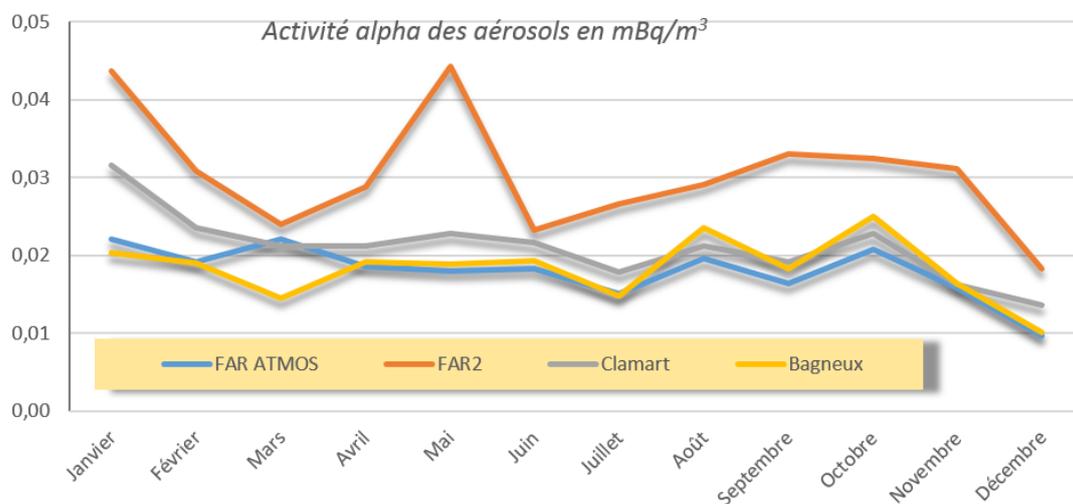
Les prélèvements atmosphériques ont pour but de collecter les poussières et les aérosols de l'air ambiant sur un filtre plan. Pour une durée de prélèvement de 24 heures, le volume d'air filtré quotidiennement est de l'ordre de 1 400 m<sup>3</sup>. Les mesures des activités alpha et bêta directes et retardées sont transmises en temps réel au Tableau de Contrôle de l'Environnement. En complément, une mesure différée (5 jours après le prélèvement) est réalisée en laboratoire après décroissance des produits solides de filiation des descendants du radon et du thoron. Les niveaux de radioactivité mesurés en laboratoire sont généralement proches des limites de détection, soit 4.10<sup>-5</sup> Bq/m<sup>3</sup> en alpha et 1.10<sup>-4</sup> Bq/m<sup>3</sup> en bêta. Les résultats présentés dans les **figures 17 et 18** correspondent aux moyennes mensuelles calculées sur l'ensemble des résultats journaliers.

Les **tableaux 11 et 12** regroupent les résultats des mesures en laboratoire des filtres pour chacune des quatre stations de surveillance.

**Tableau 11** - surveillance des aérosols alpha en 2017 (en mBq/m<sup>3</sup> soit 10<sup>-3</sup> Bq/m<sup>3</sup>)

Mois	FAR ATMOS	FAR2	Bagneux	Clamart
Janvier	0,02	0,04	0,02	0,03
Février	0,02	0,03	0,02	0,02
Mars	0,02	0,02	0,01	0,02
Avril	0,02	0,03	0,02	0,02
Mai	0,02	0,04	0,02	0,02
Juin	0,02	0,02	0,02	0,02
Juillet	0,02	0,03	0,01	0,02
Août	0,02	0,03	0,02	0,02
Septembre	0,02	0,03	0,02	0,02
Octobre	0,02	0,03	0,02	0,02
Novembre	0,02	0,03	0,02	0,02
Décembre	0,01	0,02	0,01	0,01
Moyenne	0,02	0,03	0,02	0,02

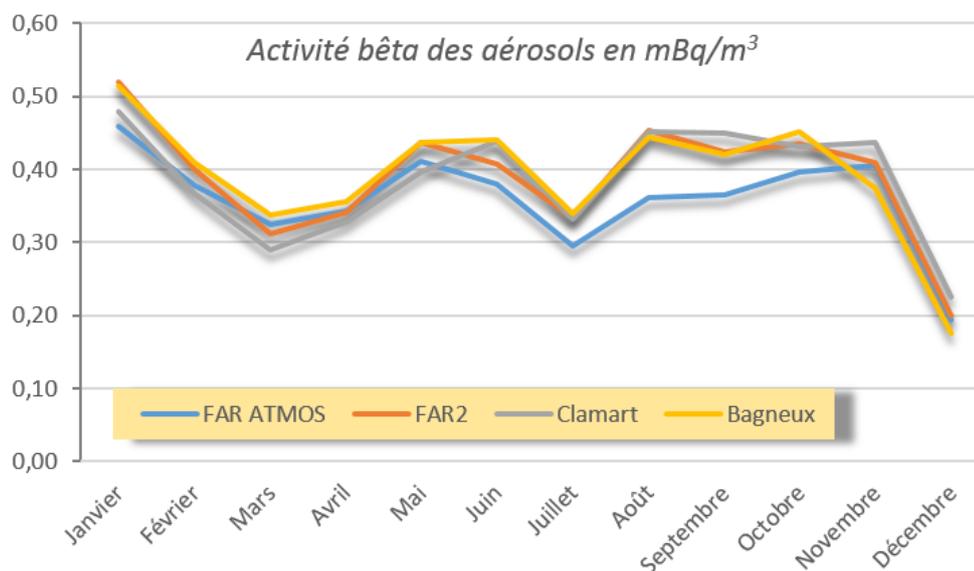
Comme chaque année, il est observé à la station FAR 2 des niveaux d'activité alpha généralement plus élevés qu'aux autres stations qui s'explique par la présence de descendants à vie courte du radon, radionucléide naturel en quantité plus importante qu'aux autres stations.



**Figure 17** - Surveillance des aérosols alpha en 2017

**Tableau 12** - surveillance des aérosols bêta en 2017 (en mBq/m<sup>3</sup> soit 10<sup>-3</sup> Bq/m<sup>3</sup>)

Mois	FAR ATMOS	FAR2	Bagneux	Clamart
Janvier	0,46	0,52	0,48	0,51
Février	0,38	0,40	0,37	0,41
Mars	0,32	0,31	0,29	0,34
Avril	0,34	0,34	0,33	0,36
Mai	0,41	0,44	0,40	0,44
Juin	0,38	0,41	0,44	0,44
Juillet	0,30	0,33	0,33	0,34
Août	0,36	0,45	0,45	0,44
Septembre	0,36	0,42	0,45	0,42
Octobre	0,40	0,44	0,43	0,45
Novembre	0,41	0,41	0,44	0,37
Décembre	0,19	0,20	0,23	0,18
Moyenne	0,36	0,39	0,39	0,39



**Figure 18** – Surveillance des aérosols bêta en 2017

Les fluctuations observables sont identiques d'une station à l'autre et reflètent les variations naturelles du taux d'émanation radon et de l'empoussièrment de l'air.

## 6.2 LES HALOGENES

L'activité des halogènes est calculée sur la base des mesures hebdomadaires par spectrométrie gamma sur les cartouches à lit de charbon actif (pièges à iode) prélevées au niveau des stations ATMOS et Bagneux. En 2017, l'activité volumique en <sup>131</sup>I est restée systématiquement inférieure au seuil de décision des appareils, soit < 3,0.10<sup>-4</sup> Bq/m<sup>3</sup>. Aucune trace d'autres iodes n'a été mise en évidence.

## 6.3 EXPOSITION EXTERNE

### 6.3.1 AUX ALENTOURS DU SITE

L'exposition ambiante mesurée dans les stations externes (FAR Atmosphérique, Bagneux, Clamart et FAR2) est mesurée :

- en continu par l'enregistrement du signal des balises irradiation,
- en différé par le suivi des dosimètres mensuels RPL (RadioPhotoLuminescents).

En 2017, le débit d'irradiation ambiante moyen annuel calculé à partir des données issues de la mesure en continu des balises d'irradiation (agrément délivré par l'ASN) est légèrement supérieur à celui mesuré en 2016, à savoir 0,092  $\mu\text{Sv/h}$ . A titre de comparaison, le tableau 13 ci-après regroupe pour chaque station environnementale le niveau d'irradiation ambiante moyen mesuré par les balises et par l'exploitation des résultats du développement des dosimètres RPL (IRSN).

**Tableau n° 13** - Exposition externe moyenne mesurée par les dosimètres RPL en 2017

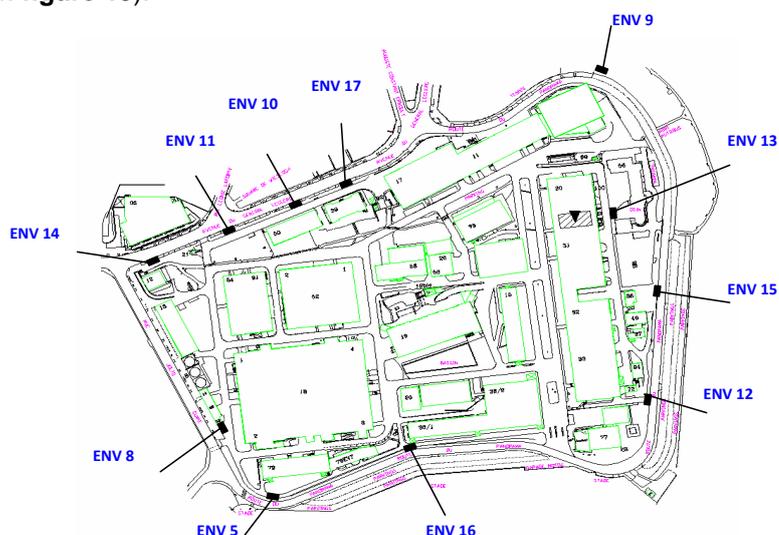
Stations	FAR Atmosphérique	Bagneux	Clamart	FAR2
RPL	67 $\mu\text{Sv}/\text{mois}$ soit 0,091 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	65 $\mu\text{Sv}/\text{mois}$ soit 0,088 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	83 $\mu\text{Sv}/\text{mois}$ soit 0,113 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	78 $\mu\text{Sv}/\text{mois}$ soit 0,106 $\mu\text{Sv}/\text{h}$
Balises	0,077 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	0,078 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	0,108 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	0,103 $\mu\text{Sv}/\text{h}$

Les niveaux d'exposition externe sont du même ordre de grandeur et similaires à l'irradiation ambiante naturelle de la région parisienne. Les différences entre les débits de dose enregistrés par les balises d'irradiation avec les valeurs des RPL s'expliquent par les incertitudes de mesure du fait de la méthode utilisée.

### 6.3.2 EN LIMITE DU SITE

Le niveau d'exposition ambiante est mesuré par 11 dosimètres RPL disposés le long de la clôture du site conformément aux arrêtés (Cf. **figure 19**).

**Figure 19** - Implantation des dosimètres intégrateurs



L'exposition ambiante mesurée en périphérie du site est en moyenne de 0,090  $\mu\text{Sv/h}$ , valeur du niveau de l'irradiation ambiante naturelle de la région parisienne.

**Tableau 14** - Exposition ambiante moyenne annuelle à la clôture du centre

<i>Point de mesure</i>	<i>Exposition ambiante moyenne annuelle en <math>\mu\text{Sv/h}</math></i>
<i>ENV5</i>	0,087
<i>ENV8</i>	0,085
<i>ENV9</i>	0,090
<i>ENV10</i>	0,102
<i>ENV11</i>	0,102
<i>ENV12</i>	0,090
<i>ENV13</i>	0,084
<i>ENV14</i>	0,091
<i>ENV15</i>	0,083
<i>ENV16</i>	0,093
<i>ENV17</i>	0,084
<i>Moyenne clôture</i>	<b>0,090</b>

## 7 SURVEILLANCE DES EAUX

### 7.1 DETERMINATION DE L'ACTIVITE DES PRECIPITATIONS

Les eaux de pluie sont collectées à l'aide de :

- deux pluviomètres de 1 m<sup>2</sup> de surface de collection (figure 20), installés dans les stations de FAR Atmosphérique et Bagneux. L'eau de pluie récoltée fait l'objet d'une recherche systématique de l'activité alpha et bêta et d'une mesure en tritium pour la station FAR Atmosphérique uniquement,
- deux pluviomètres de 0,04 m<sup>2</sup> de surface de collection (figure 21), installés dans les stations de FAR Atmosphérique et Bagneux pour le relevé de la hauteur des précipitations.



**Figure 20** - Pluviomètre 1 m<sup>2</sup>



**Figure 21** - pluviomètre 0,04 m<sup>2</sup> à lecture directe

Le **tableau 15** ci-après regroupe la moyenne des activités mesurées sur les eaux de pluie récoltées aux stations de FAR Atmosphérique et de Bagneux.

**Tableau 15** - Activités moyennes mensuelles pondérées de l'activité volumique en alpha, bêta et tritium des précipitations atmosphériques (en Bq/l) en 2017

Mois	Station ATMOS				Station BAGNEUX		
	Hauteur Pluie [mm]	Activité moyenne [Bq/l]			Hauteur Pluie [mm]	Activité moyenne [Bq/l]	
		alpha	bêta	Tritium		alpha	bêta
Janvier	29	0,02	0,05	<6,6	31	0,03	0,15
Février	36	0,01	0,05	<16	38	0,02	0,11
Mars	64	0,01	0,04	<6,6	62	0,01	0,04
Avril	11	0,05	0,19	<7,1	9	0,07	0,18
Mai	71	0,02	0,05	<6,5	72	0,02	0,07
Juin	48	0,02	0,06	<6,4	46	0,02	0,08
Juillet	111	0,02	0,07	<6,5	94	0,01	0,06
Août	85	0,02	0,05	<6,5	82	0,01	0,05
Septembre	74	0,01	0,04	<6,6	71	0,01	0,05
Octobre	44	0,01	0,08	<7,2	43	0,02	0,20
Novembre	49	<0,01	0,10	<6,5	50	0,02	0,37
Décembre	89	0,02	0,07	<6,7	91	0,01	0,05
<b>Moyenne annuelle</b>	Total= 709	0,02	0,07	< 7,4	Total= 688	0,02	0,12

On constate que pour les émetteurs alpha, l'activité moyenne est de 0,02 Bq/l (0,02 Bq/l en 2016) avec une valeur maximale de 0,07 Bq/l mesurée sur l'eau de pluie prélevée au niveau de la station BAGNEUX. Pour les émetteurs bêta, l'activité spécifique moyenne est de 0,10 Bq/l (0,09 Bq/l en 2016) avec une valeur maximale de 0,37 Bq/l à la station de Bagneux.

Enfin, le tritium est systématiquement non détecté. Son activité spécifique moyenne est inférieure à 7,4 Bq/l à la station d'ATMOS, seule station faisant l'objet d'une mesure tritium.

Enfin, l'activité moyenne annuelle par unité de surface est de l'ordre de 1,2 Bq/m<sup>2</sup> en alpha et de 4,1 Bq/m<sup>2</sup> en bêta au niveau de la station ATMOS et d'environ 1,1 Bq/m<sup>2</sup> en alpha et 6,9 Bq/m<sup>2</sup> en bêta pour la station Bagneux. Ces activités sont analogues d'une station à l'autre et représentatives des niveaux de radioactivité naturelle.

## 7.2 ACTIVITE VOLUMIQUE DES EAUX DE SURFACE

### 7.2.1 Etang COLBERT

Les eaux de surface sont prélevées mensuellement à l'étang Colbert. Les activités volumiques moyennes sont présentées dans le **tableau 16** ci-après.

**Figure 22** - Etang Colbert



**Tableau 16** - Activité volumique moyenne alpha, bêta et tritium des eaux de surface (Étang COLBERT) de 2013 à 2017 (Bq/l).

Année	Alpha (Bq/l)	Bêta (Bq/l)	Tritium (Bq/l)
2013	0,05	0,17	< 10
2014	0,05	0,15	< 10
2015	0,06	0,15	< 10
2016	0,05	0,14	< 10
2017	0,05	0,16	< 10

Les mesures effectuées par spectrométrie gamma montrent l'absence de radioactivité artificielle et sont toutes inférieures aux seuils de décision. Les activités volumiques alpha et bêta sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle généralement présente dans l'eau tels que le potassium 40 et l'uranium.

### 7.2.2 Etangs Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux, Verrières

Les eaux de surface sont prélevées annuellement aux étangs de Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux et Verrières. Les activités volumiques moyennes sont présentées dans le **tableau 17** ci-après. Bien que les activités globales alpha et bêta varient d'un point à l'autre (activité alpha globale la plus importante à La Garenne et activité bêta globale la plus importante à Verrières comme les années précédentes), elles sont représentatives de la radioactivité naturelle.

**Tableau 17** - Activité volumique moyenne alpha, bêta et tritium des eaux de surface (Étangs Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux) en 2017(Bq/l).

Année	Alpha (Bq/l)	Bêta (Bq/l)	Tritium (Bq/l)
Villebon	0,01	0,09	< 6,4
Montsouris	0,03	0,14	< 7,5
La Garenne	0,01	0,09	< 6,2
Sceaux	0,03	0,28	< 7,2
Verrières	0,08	0,52	< 6,7

### 7.3 ACTIVITE MASSIQUE DES SEDIMENTS – ETANG DE COLBERT

Les sédiments de l'étang COLBERT présentent une activité massique moyenne en  $^{137}\text{Cs}$  de l'ordre de 20 Bq/kg (**Tableau 18**). Celles en  $^{60}\text{Co}$  et  $^{241}\text{Am}$  restent systématiquement inférieures aux seuils de décision, respectivement 0,87 Bq/kg et 1,6 Bq/kg.

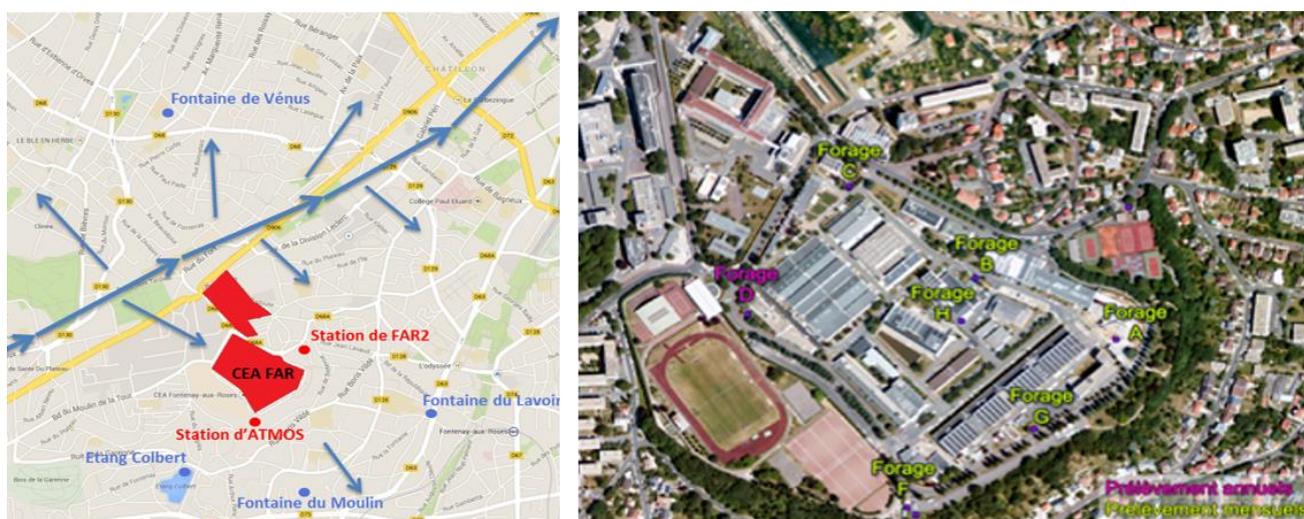
**Tableau 18** - Activité massique des sédiments de l'étang COLBERT de 2013 à 2017 (Bq/kg)

Année	Alpha global	Bêta global	$^7\text{Be}$ (naturel)	$^{40}\text{K}$ (naturel)	$^{60}\text{Co}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{241}\text{Am}$
2013	360	1670	228	389	< 2,5	36	< 5,0
2014	304	1450	266	408	< 2,8	27	< 7,9
2015	329	1403	110	293	< 4,5	26	< 6,8
2016	375	1543	181	304	< 0,45	27	< 1,3
2017	396	1603	193	274	< 0,87	20	< 1,6

L'étang Colbert n'étant pas relié au réseau urbain recevant les eaux du site CEA de Fontenay-aux-Roses, les sédiments ne peuvent être marqués que par les retombées atmosphériques. Les activités alpha, bêta,  $^7\text{Be}$  et  $^{40}\text{K}$  sont représentatives des radionucléides naturels. Quant au  $^{137}\text{Cs}$ , l'activité mesurée provient des retombées des anciens essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl.

### 7.4 CONTROLE DE LA NAPPE PHREATIQUE PERCHÉE

La nappe phréatique perchée, située à 60 m sous le site CEA de Fontenay-aux-Roses, fait l'objet de prélèvements mensuels (6 points de prélèvements) pour des mesures par spectrométrie gamma, des indices de l'activité alpha et bêta globale, du tritium et du pH. L'implantation des piézomètres est donnée en **figure 23**.



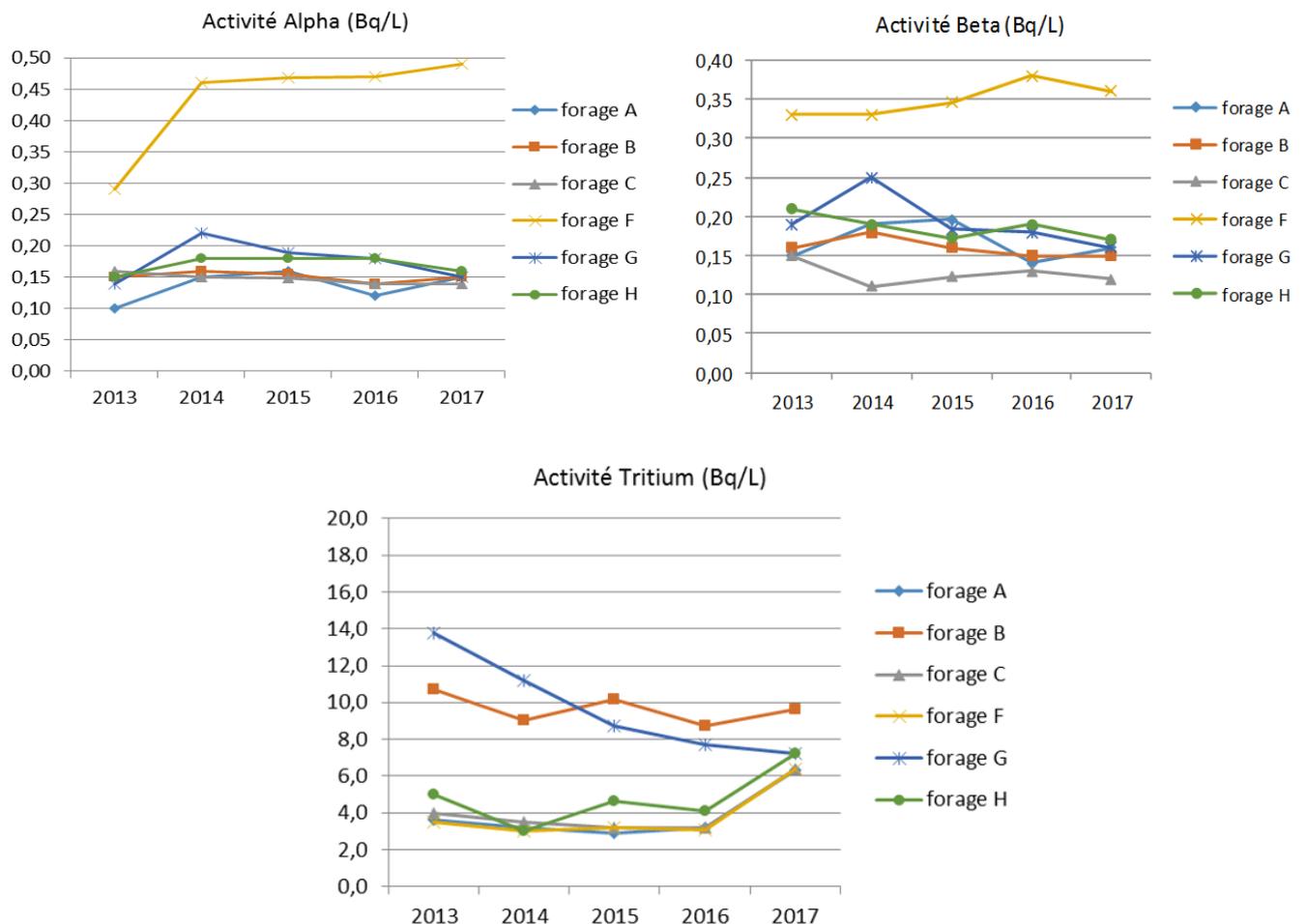
**Figure 23** – Sens d'écoulement de la nappe et implantation des piézomètres

Le volume d'eau prélevé annuellement au titre de la surveillance réglementaire de la nappe phréatique est de l'ordre de 13 m<sup>3</sup>, ce volume représente essentiellement le volume de purge avant prélèvement.

Les mesures mensuelles réalisées par spectrométrie gamma montrent systématiquement des valeurs inférieures au seuil de décision. Ainsi les valeurs en <sup>137</sup>Cs et en <sup>241</sup>Am restent respectivement inférieures à 0,11 Bq/l et 0,47 Bq/l.

Les indices des activités alpha et bêta globales mesurés sur les prélèvements mensuels donnent des valeurs moyennes respectives de 0,21 Bq/l et 0,19 Bq/l représentatifs de la radioactivité naturelle. Quant au tritium, son activité volumique varie autour d'une valeur moyenne de 7,0 Bq/l.

L'évolution de 2013 à 2017 des activités moyennes annuelles alpha, bêta et tritium des six piézomètres règlementaires est représentée par les 3 graphes ci-dessous et illustrée par la **figure 24**.



**Figure 24** - Evolution des activités  $\alpha$ ,  $\beta$  et tritium moyennes annuelles des piézomètres de 2013 à 2017

Nota : pour les forages A et F, les activités en tritium sont systématiquement non détectées (valeurs inférieures au seuil de décision).

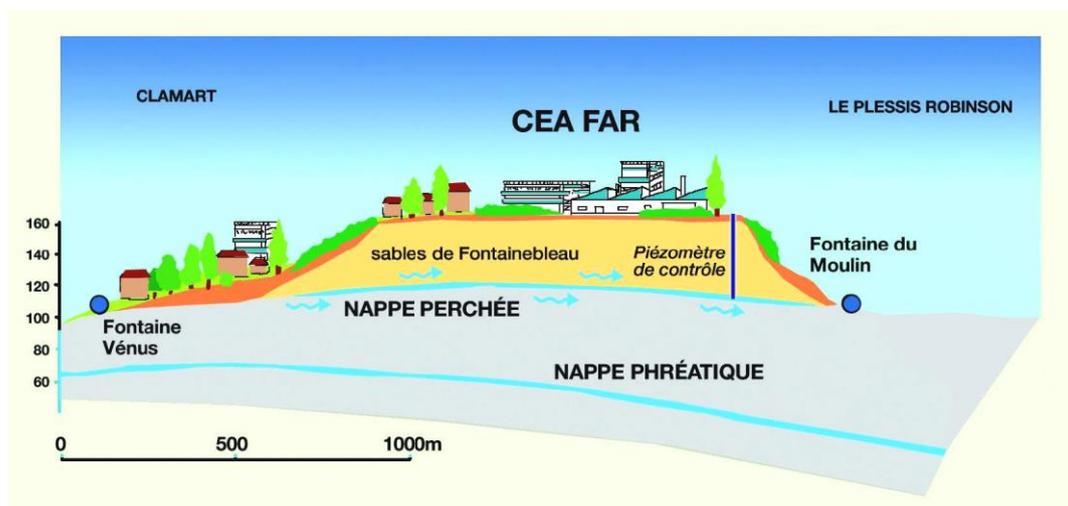
## 7.5 CONTROLE DES RESURGENCES

Deux points de résurgence de la nappe phréatique font également l'objet d'une surveillance mensuelle : la fontaine du Lavoir et la fontaine du Moulin à Fontenay-aux-Roses, situées en aval du centre.

**Tableau 19** - Activité volumique  $\alpha$ ,  $\beta$  et tritium des résurgences

2016	Activité volumique [Bq/l] Fontaine du LAVOIR			Activité volumique [Bq/l] Fontaine du MOULIN		
	Alpha	Bêta	Tritium	Alpha	Bêta	Tritium
Janvier	0,08	0,36	<6,8	0,14	0,34	<6,7
Février	0,08	0,36	<6,6	0,09	0,23	7,7
Mars	0,15	0,53	<6,1	0,19	0,36	<6,2
Avril	0,11	0,33	<6,4	0,13	0,24	<6,5
Mai	0,09	0,34	<6,7	0,12	0,26	<6,7
Juin	0,07	0,32	<6,4	0,12	0,20	7,1
Juillet	0,08	0,36	<6,3	0,11	0,26	<6,3
Août	0,07	0,34	<5,9	0,13	0,28	<5,9
Septembre	0,11	0,49	<6,3	0,16	0,37	11
Octobre	0,13	0,31	<6,7	0,14	0,21	<6,8
Novembre	/	/	/	0,16	0,23	6,8
Décembre	0,12	0,26	<6,7	0,09	0,36	<6,8

La résurgence du « Moulin » (**figure 25**) correspond à un bassin dans lequel se déversent les eaux captées de l'ancienne fontaine du Moulin. Elle présente des activités moyennes de l'ordre de 0,13 Bq/l en alpha et 0,28 Bq/l en bêta représentatives du bruit de fond naturel.



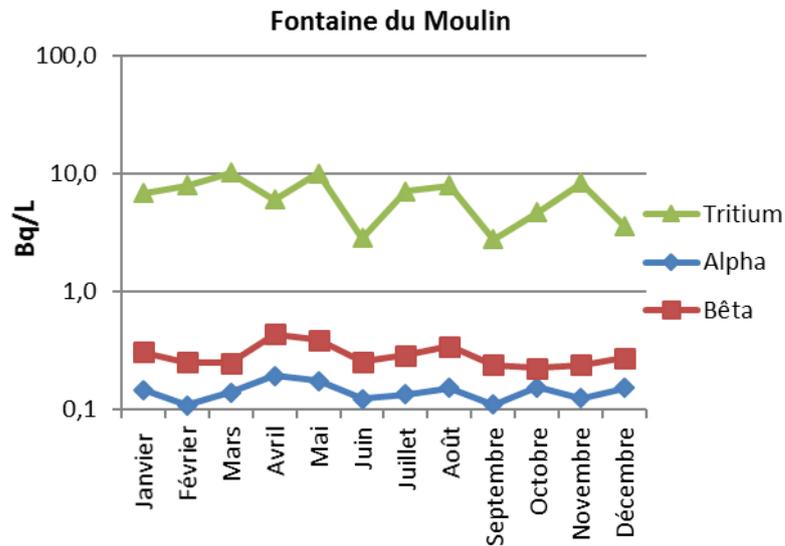
**Figure 25** - Ecoulement de la nappe phréatique

La fontaine du Lavoir fait apparaître des activités moyennes de l'ordre de 0,10 Bq/l en alpha (due essentiellement à l'uranium naturel) et 0,36 Bq/l en bêta (due essentiellement au  $^{40}\text{K}$ , radionucléide

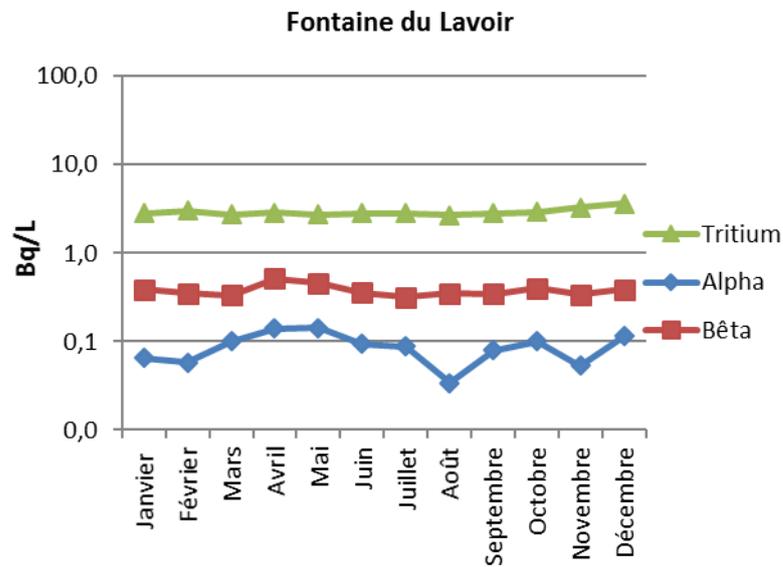
d'origine naturelle). Un prélèvement n'a pu être effectué au mois de novembre car des travaux à proximité ont endommagé la fontaine.

Quant au tritium, il n'est détecté qu'à la fontaine du Moulin avec une activité moyenne de 7,0 Bq/l et une valeur maximale de 11 Bq/l.

Les graphes des **figures 26 et 27** montrent les évolutions des activités alpha, beta et tritium des fontaines du Moulin et du Lavoir pour l'année 2017.



**Figure 26** - Evolution mensuelle des activités  $\alpha$ ,  $\beta$  et tritium de la fontaine du Moulin



**Figure 27** - Evolution mensuelle des activités  $\alpha$ ,  $\beta$  de la fontaine du Lavoir

La résurgence « Vénus » de Clamart sert de référence avec un suivi annuel. L'étude hydrogéologique montre que cette résurgence se situe en amont du site de Fontenay-aux-Roses par rapport à la direction de l'écoulement de la nappe phréatique (cf. figure 25).

Cette résurgence présente en 2017 des activités de 0,09 Bq/l en émetteurs alpha, 0,32 Bq/l en émetteurs bêta et une teneur en tritium inférieure au seuil de décision de 6,5 Bq/l.

## 8 SURVEILLANCE DES VEGETAUX ET DES SOLS

### 8.1 SURVEILLANCE DES VEGETAUX

Les végétaux font l'objet d'une surveillance mensuelle en quatre points situés dans les stations de surveillance extérieures au site. Les végétaux renferment une radioactivité naturelle due majoritairement à leur teneur en  $^{40}\text{K}$  (31 mg de potassium correspond à une activité de 1 Bq). L'activité en  $^{40}\text{K}$  mesurée sur des échantillons de végétaux frais varie selon la nature des produits autour d'une teneur moyenne de 172 Bq/kg. Aucun radionucléide artificiel n'a été détecté en 2017.

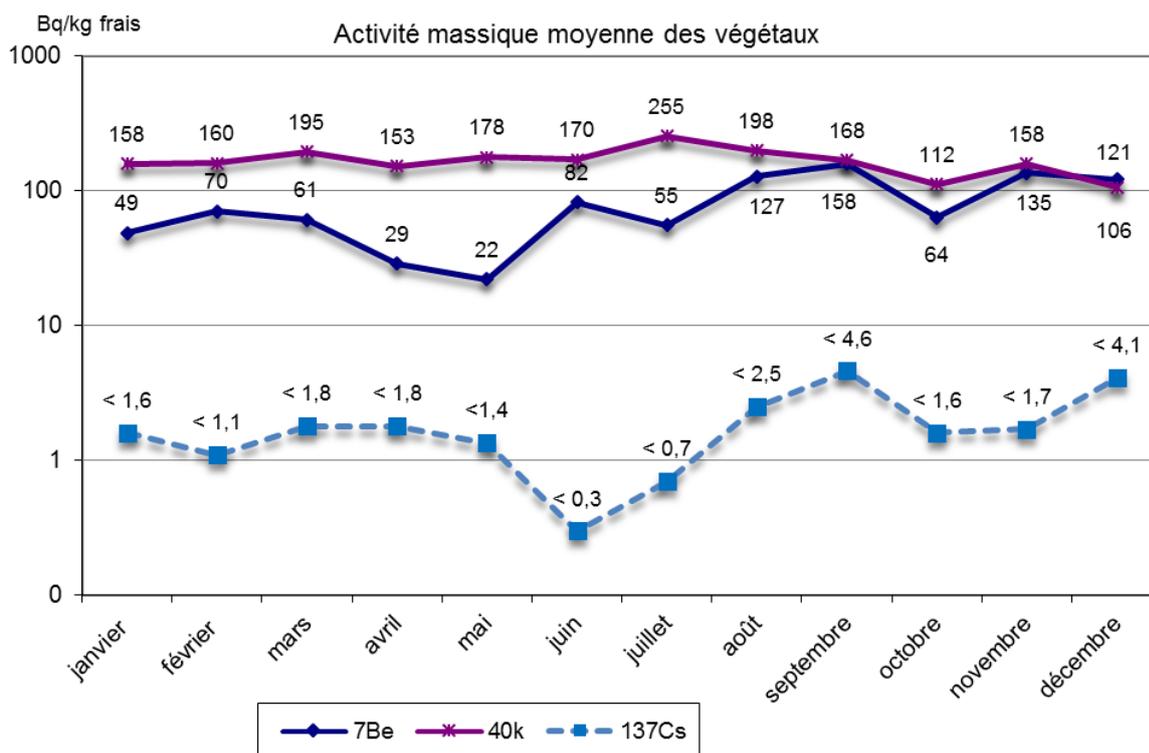


Le  $^7\text{Be}$ , radionucléide naturel, est également détecté avec une activité moyenne de 73 Bq/kg frais. Les concentrations mesurées dans les prélèvements varient selon l'état d'avancement de leur stade végétatif (herbe jeune, foin ...) et l'importance de la pluviométrie (**tableau 15**).

**Tableau 19** - Activité massique des végétaux frais de 2017 (Bq/kg frais)

Activité par radionucléide	Clamart	Bagneux	FAR 2	Atmos
$^7\text{Be}$ (moyenne)	87	70	74	61
$^{40}\text{K}$ (moyenne)	158	182	172	173
$^{137}\text{Cs}$ (max) (*)	< 1,8	< 3,1	< 3,1	< 1,8
$^{241}\text{Am}$ (max) (*)	< 1,7	< 1,0	< 1,7	< 1,4

(\*) : Seuil de décision maximal lorsqu'aucune valeur n'est détectée



**Figure 29** – Evolution mensuelle de l'activité en <sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K et <sup>137</sup>Cs des végétaux (en Bq/kg frais)

## 8.2 SURVEILLANCE DES SOLS

### Terre des stations de surveillance

Les sols font également l'objet d'une surveillance annuelle en 4 points situés dans les stations de surveillance extérieures au site. Les indices d'activité alpha et bêta mesurés à des niveaux très faibles proviennent essentiellement de la radioactivité naturelle des chaînes de l'uranium et du thorium. (**tableaux 20 et 21**).

Les mesures annuelles réalisées par spectrométrie gamma en 2017 sur les sols donnent des valeurs moyennes de l'ordre de 9,5 Bq/kg sec en <sup>137</sup>Cs, radionucléide artificiel provenant des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et en quantité moindre aux retombées de l'accident de Tchernobyl. Les valeurs en <sup>241</sup>Am pour les 4 points sont toutes inférieures au seuil de décision.

**Tableau 20** - Activités massiques moyennes alpha, bêta globales et <sup>137</sup>Cs mesurées en 2017 sur des sols des quatre stations (Bq/kg sec)

Stations	Activité globale Alpha	Activité globale Bêta	<sup>137</sup> Cs
<i>Clamart</i>	197	853	6,2
<i>Bagneux</i>	154	767	5,1
<i>FAR 2</i>	198	790	5,7
<i>Atmos</i>	206	982	21

## Terre des parcs Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux, Verrières

Des échantillons de sol sont également prélevés annuellement à proximité des étangs de Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux et Verrières. Les activités massiques moyennes sont présentées dans le tableau 21 ci-dessous.

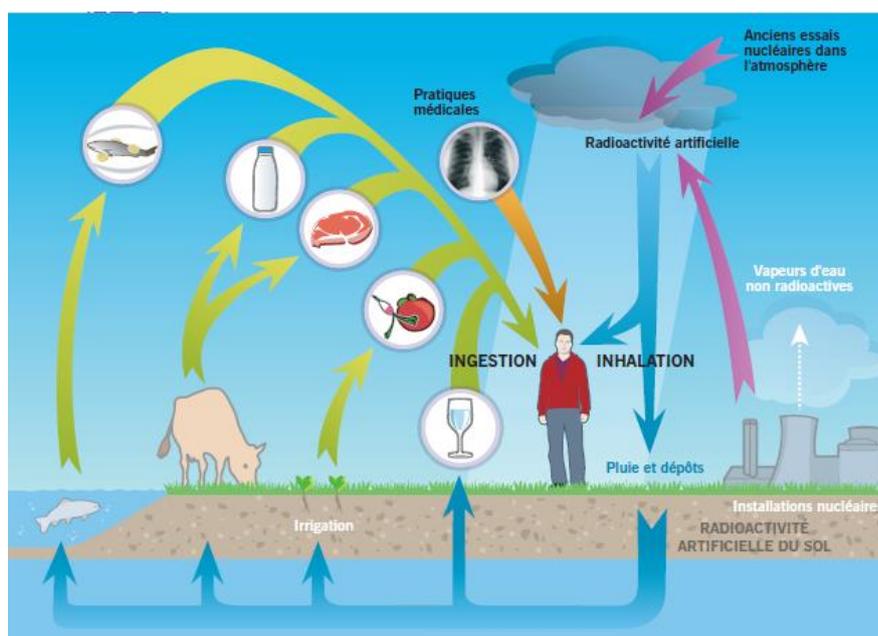
**Tableau 21** - Activité massique des terres au bord des étangs de Villebon, Montsouris, La Garenne, sceaux (en Bq/kg)

Localisation	Activité globale Alpha	Activité globale Bêta	$^{137}\text{Cs}$
Villebon	427	1340	3,2
Montsouris	172	826	11
La Garenne	331	1060	6,1
Sceaux	150	800	5,4
Verrières	103	1010	5,9

Les activités globales alpha et bêta sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle des sols en potassium 40 et en uranium. Comme pour les sols des stations, hormis les radionucléides naturels, les terres au bord des étangs renferment en faible quantité du Césium 137 (3 à 11 Bq/kg) imputable aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et en quantité moindre à celles de l'accident de Tchernobyl.

## 9 IMPACT SUR L'HOMME

L'évaluation de l'impact sanitaire est basée, de façon conservative, sur les rejets annuels liquides et gazeux actuels. Cette évaluation est déterminée à partir de la modélisation des données environnementales issues des résultats de mesures sur les échantillons.



**Figure 30** - Les voies d'atteinte à l'homme

## 9.1 REJETS GAZEUX

Les calculs de l'impact radiologique des rejets atmosphériques des installations du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont effectués pour un adulte, un enfant de dix ans et un bébé de un à deux ans.

Les groupes de référence sont choisis en fonction de la rose des vents, de l'existence d'habitations, de cultures et d'élevages dans un rayon de 1500 mètres autour du centre. On considère que les personnes pouvant être les plus exposées vivent à proximité immédiate du site, en zone pavillonnaire et se nourrissent de fruits et de légumes de leur jardin.

Compte tenu de la nature des rejets des installations du site, les différentes voies d'exposition de l'homme sont les suivantes :

- l'exposition externe due aux rejets atmosphériques,
- l'exposition interne par inhalation lors de rejets atmosphériques,
- l'exposition externe due aux dépôts sur le sol,
- l'exposition interne par ingestion de produits d'origine végétale.

Pour l'année 2017, l'exposition due aux rejets gazeux, toutes voies confondues, est au maximum égale à  $4,3 \cdot 10^{-6}$  mSv/an (0,0076  $\mu$ Sv/an), valeur bien en-dessous de la limite réglementaire annuelle d'exposition pour le public de 1 mSv.

## 9.2 TRANSFERTS LIQUIDES

L'étude de l'impact radiologique a été réalisée en considérant le transfert des effluents liquides du site CEA de Fontenay-aux-Roses dans le réseau de l'égout urbain se déversant lui-même dans la Seine après traitement à la station d'épuration d'Achères.

Les groupes de référence sont constitués de personnes consommant :

- de l'eau traitée,
- des poissons pêchés dans la Seine après Achères,
- des produits cultivés dans les champs irrigués par l'eau de la Seine ou cultivés dans les champs sur lesquels on a épandu des boues issues de la station d'épuration d'Achères.

On considère que ces personnes travaillent dans les champs à proximité d'Achères huit heures par jour en distinguant les personnes travaillant sur les cultures maraîchères (exposition due aux sols irrigués) et les personnes travaillant dans les champs de céréales (soumises à l'exposition due aux sols sur lesquels des boues ont été répandues).

L'autre groupe de référence retenu dans l'étude d'impact concerne l'enfant pour une exposition interne par ingestion (eau de boisson, poissons, végétaux).

Dans ces conditions, les calculs d'impact des rejets liquides montrent que l'équivalent de dose maximum est de  $5,3 \cdot 10^{-7}$  mSv/an, valeur qui peut être considérée comme impact négligeable.

### 9.3 IMPACT RADIOLOGIQUE TOTAL

Pour 2017, l'impact radiologique annuel des rejets des effluents radioactifs gazeux et liquides est inférieur au  $4,8 \cdot 10^{-6}$  mSv. Ce niveau d'impact reste extrêmement faible et très en-deçà de la limite réglementaire d'exposition pour le public fixée à 1 mSv/an ou encore de l'exposition moyenne de la population française de 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an dus aux expositions naturelles et 1,6 mSv/an dus à l'exposition médicale (source Rapport IRSN / 2015-00001).

## 10 CONCLUSION

En 2017, les valeurs des rejets des effluents radioactifs liquides et gazeux se situent largement en dessous des limites réglementaires.

Les différentes mesures effectuées en laboratoire mettent en évidence le très faible niveau des rejets de l'année 2017 et leur très faible impact sanitaire et environnemental permettant de conclure à une absence d'incidence sur les populations vivant autour du site CEA de Fontenay-aux-Roses. A titre indicatif, un an d'exposition maximale aux rejets du site équivaut à moins de 2 minutes d'exposition à la radioactivité naturelle.



L'étang Colbert