

A photograph of a stone fountain spout with water flowing into a white plastic container. A hand is touching the stone spout. The background is a stone wall.

Rapport Environnemental

Bilan 2019

Fontenay-aux-Roses



sommaire

- 1** *Introduction*
Page 3
- 2** *Faits environnementaux marquants pour l'année 2019*
Page 6
- 3** *Contrôle des rejets des effluents gazeux*
Page 9
- 4** *Contrôle des transferts des effluents liquides produits par les INB*
Page 11
- 5** *Surveillance radiologique de l'ambiance atmosphérique*
Page 21
- 6** *Surveillance de la qualité des eaux*
Page 26
- 7** *Surveillance des sols et des végétaux*
Page 32
- 8** *Impact sur l'homme*
Page 34

2

Rapport 2019
environnement
du site de
Fontenay-aux-
Roses





Figure 1 -Site CEA de Fontenay-aux-Roses

INTRODUCTION

Créé il y a plus de soixante-dix 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 réindustrialisation 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 1er 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

Le site de Fontenay-aux-Roses est rattaché au centre Paris-Saclay du Commissariat à l'énergie atomique et aux 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. 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

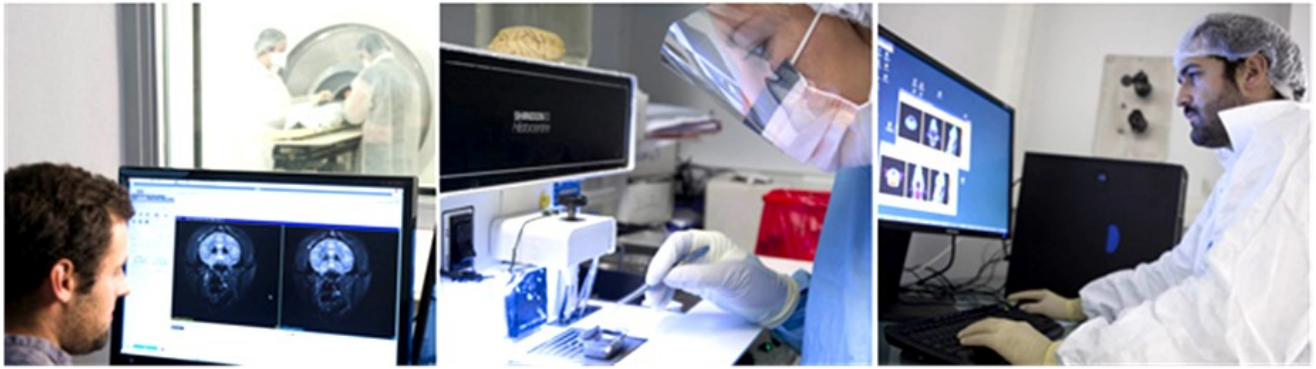


Figure 2 -Laboratoires des technologies biomédicales

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 RÉGLEMENTAIRES DU SITE 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 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.



Figure 3 -Surveillance de l'environnement du site de Fontenay-aux- Roses

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 la zone d'Analyse Radiologique et Physico-chimique (LARP) 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 Dosimétrie Expertises (LDE) situé sur le site de Saclay 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^{er} janvier 2010, les données relatives à la surveillance de l'environnement sont consultables en ligne sur le site internet :

<http://www.mesure-radioactivite.fr>



Figure 4 -Mesure des filtres pour les analyses de l'air



Figure 5 - Cellules blindées et télémanipulateurs

FAITS ENVIRONNEMENTAUX MARQUANTS POUR L'ANNÉE 2019

Depuis le 1er février 2017, les sites 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 six contrôles inopinés et deux visites techniques au titre de la convention :

Les résultats des six contrôles inopinés ont mis en exergue un dépassement récurrent du rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅, qui sont à relativiser car la DCO et la DBO₅ restent systématiquement inférieures aux valeurs limites.

Par ailleurs, du phosphore total a été observé sur un prélèvement, probablement dû à la présence de détergent dans l'effluent.

ANOMALIES ET INCIDENTS

En 2019, aucun évènement significatif n'a été déclaré auprès de l'ASN.

Parmi les fiches d'écart ouvertes dans le système qualité du SPRE, 8 écarts ont été classés en Evènement Intéressant l'Environnement. Elles sont toutes liées à des dépassements du seuil réglementaire pH et font actuellement l'objet d'investigations pour déterminer l'origine de ces rejets.

Parmi les autres écarts récurrents, on note :

- La non réalisation des prélèvements d'herbe dans les stations de surveillance atmosphérique liée à l'absence d'herbe en quantité suffisante suite à des périodes de sécheresse ou hivernales.
- La présence en très faible quantité de ¹³⁷Cs dans les herbes à FAR2.
- L'absence de nettoyage des bacs tampons aux émissaires conduisant à des encrassements autour des sondes de mesure et par conséquent à des alarmes intempestives. Ces écarts de nettoyage sont liés à la prestation de l'entreprise extérieure. Des rappels ont été faits aux services techniques responsable du contrat.

Tableau 1 - Evènements intéressant l'environnement déclarés en 2019

Fiche d'écart	Résumé évènement	Actions correctives
19-002	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 bis (seuil inf)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation - Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions sulfates. Origine non identifiée
19-029	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 (seuil inf)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. - Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions sulfates et chlorures. Origine non identifiée
19-003	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 55 (seuil inf)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions sulfates. Origine non identifiée
19-050	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 bis (seuil sup)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions calcium et potassium. Origine non identifiée
19-051	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 (seuil sup)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions phosphates et chlorures. Origine non identifiée
19-052	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 (seuil sup)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Rejet identifié dans une installation (IDMIT).
19-086	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 (seuil sup)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Rejet identifié dans une installation (IDMIT).
19-110	Dépassement de pH avéré à l'émissaire 17 bis (seuil inf)	Mail transmis aux installations se rejetant à cet émissaire pour investigation. Echantillon prélevé pour analyse anions/cations afin d'identifier l'acide en cause. Présence d'ions chlorures. Origine non identifiée

Deux types de dysfonctionnements ont été rencontrés et notifiés dans les rapports trimestriels :

- les dysfonctionnements liés aux systèmes informatiques tels que les défauts de communication entre les stations et le TCE (Tableau de Contrôle de l'Environnement) sans conséquence sur les prélèvements en continu. Les mesures et archivages s'effectuent en local mais nécessitent toutefois de réaliser des tournées régulières pour vérifier le bon fonctionnement des équipements et l'absence d'atteinte des seuils d'alarmes ;
- 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 ont pu 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 pérenniser la surveillance.

Il est à noter que tout dysfonctionnement des chaînes de mesures et déclenchement d'alarmes sont détectés et gérés sans délai en heures ouvrables et non ouvrables par les équipes de la Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement (SCRE) et leurs éventuels prestataires.



Figure 6 -Centralisation des données de la surveillance environnementale



Figure 7 - Vue panoramique du site de Fontenay-aux-Roses

CONTRÔLE 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.

SURVEILLANCE EN TEMPS RÉEL 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 8) 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.

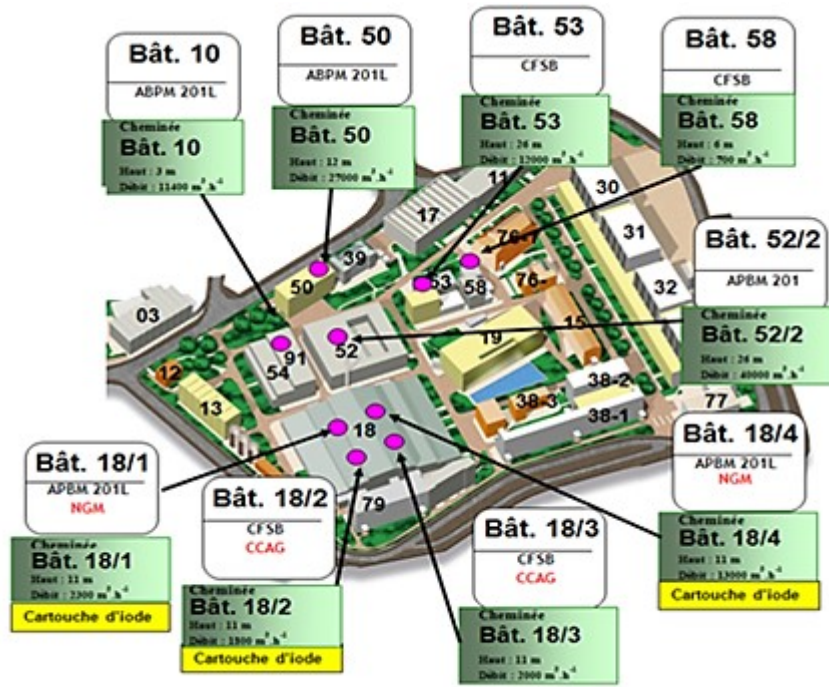


Figure 8 - Localisation des émissaires gazeux du site de Fontenay-aux-Roses

Les activités mensuelles des aérosols bêta et des halogènes mesurés sur les effluents gazeux sont représentées sur les graphes de la figure 9 ci-après. 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.

Activités annuelles des rejets en halogènes et aérosols β de 2015 à 2019 (en MBq)

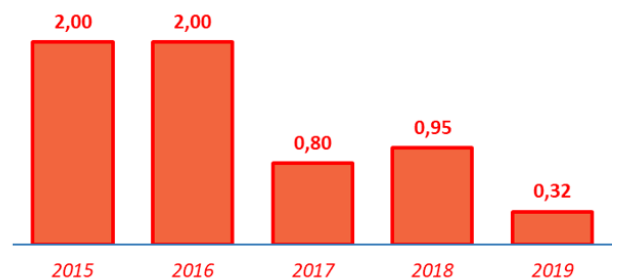
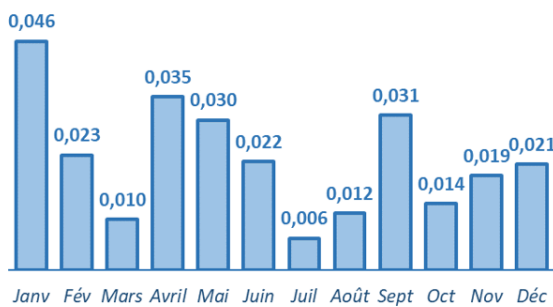
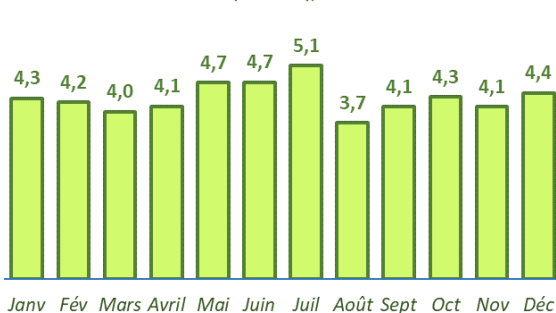


Figure 9 - Rejets gazeux du CEA Fontenay-aux-Roses de 2015 à 2019

Activités mensuelles des rejets en Halogènes (en MBq)



Activités mensuelles des rejets en aérosols bêta (en kBq)



L'évolution des rejets gazeux des INB du site de FAR en comparaison du prévisionnel établi pour l'année 2019 n'amène pas de commentaire particulier. L'activité des aérosols bêta de $5,2 \cdot 10^4$ Bq représente 52% de l'activité prévue ($1,0 \cdot 10^5$ Bq). Celle des halogènes de $2,7 \cdot 10^5$ Bq est de l'ordre de 3 % de l'activité prévisionnelle attendue ($9,0 \cdot 10^6$ Bq).

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.



Figure 10 -Prélèvement d'eau (fontaine du lavoir)

Contrôle 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 SEVESO 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.

4.1 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.

4.2 GESTION ET CONTRÔLES 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 4.4.

Tableau 2 - Activité mensuelle des rejets liquides 2019 en provenance des INB

Mois	α global (en Bq)	β global (en Bq) (hors ^3H et ^{14}C)	^3H (en Bq)	^{14}C (en Bq)	Volume (m ³)
Janvier	7,5E+02	3,9E+03	1,7E+04	<1,1E+04	3
Février	2,6E+04	3,6E+04	6,6E+05	<3,5E+05	96
Mars	4,2E+02	1,7E+03	1,5E+04	<1,1E+04	3
Avril	4,0E+03	9,1E+03	9,9E+04	<5,8E+04	12
Mai	1,5E+04	4,2E+03	1,0E+05	<4,0E+04	12
Juin	1,6E+05	3,0E+04	7,9E+05	<2,8E+05	86
Juillet	3,8E+03	7,0E+03	6,3E+04	<3,6E+04	9
Août	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	0
Sept	8,8E+02	1,1E+04	8,4E+04	<4,4E+04	11
Octobre	7,9E+04	3,4E+04	3,2E+05	<1,2E+05	36
Novembre	1,2E+05	5,5E+04	5,1E+05	<2,0E+05	59
Décembre	2,4E+02	1,3E+03	1,4E+04	<9,6E+03	3
Total	4,2E+05	1,9E+05	2,7E+06	<1,1E+06	330

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

4.3 TRANSFERTS D'EFFLUENTS LIQUIDES EN 2019

En 2019, 330 m³ d'effluents liquides ont été transférés vers l'égout urbain (milieu récepteur). Le bilan des activités globales mensuelles des effluents avant rejet est porté dans le tableau ci-après. Il est à noter qu'aucun rejet de cuves n'a eu lieu au mois d'Août. Le bilan des activités des effluents liquides des cinq dernières années est porté sur le tableau 3 et la figure 11 ci-après.

A titre de rappel, les limites réglementaires annuelles sont respectivement de 1 GBq pour les émetteurs alpha, 40 GBq pour les émetteurs bêta (hors tritium) 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.

Tableau 3 - Activité (en MBq) des rejets liquides de 2015 à 2019 en provenance des INB

Activité rejetée	2015	2016	2017	2018	2019
Alpha global	0,45	0,18	0,19	0,4	0,42
Bêta (hors tritium)	3,0	1,7	2,2	1,8	1,3
Tritium	< 5,0	< 3,0	5,0	4,0	3,0

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 considérant son seuil de décision, ce qui contribue à une majoration des rejets bêta.

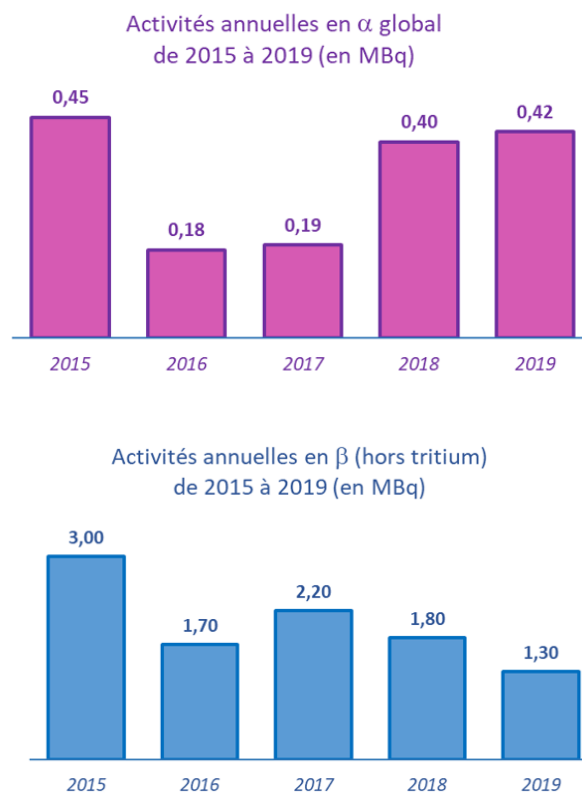


Figure 11 - Rejets liquides du CEA Fontenay-aux-Roses de 2015 à 2019

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

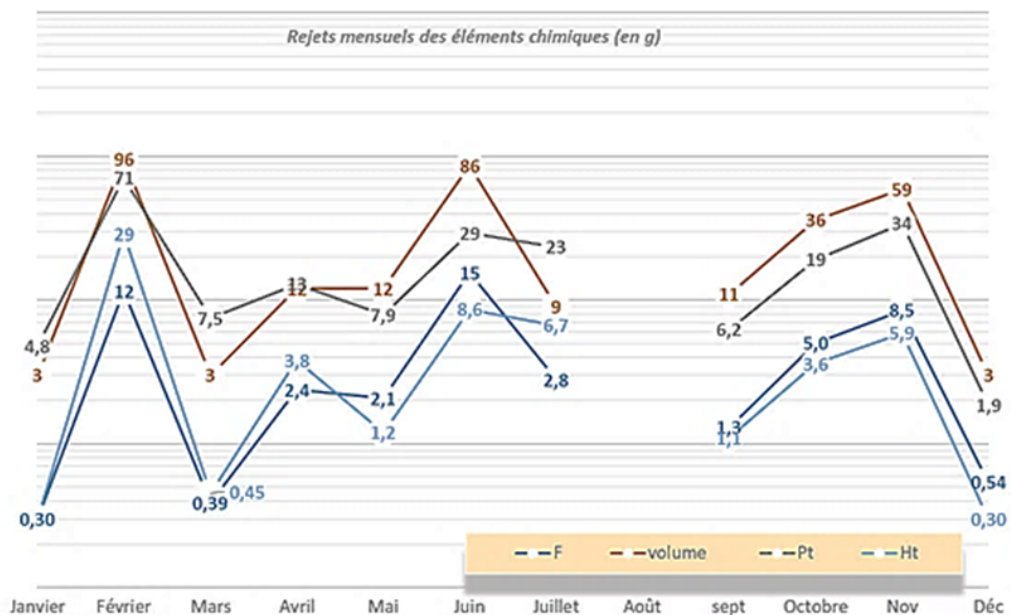
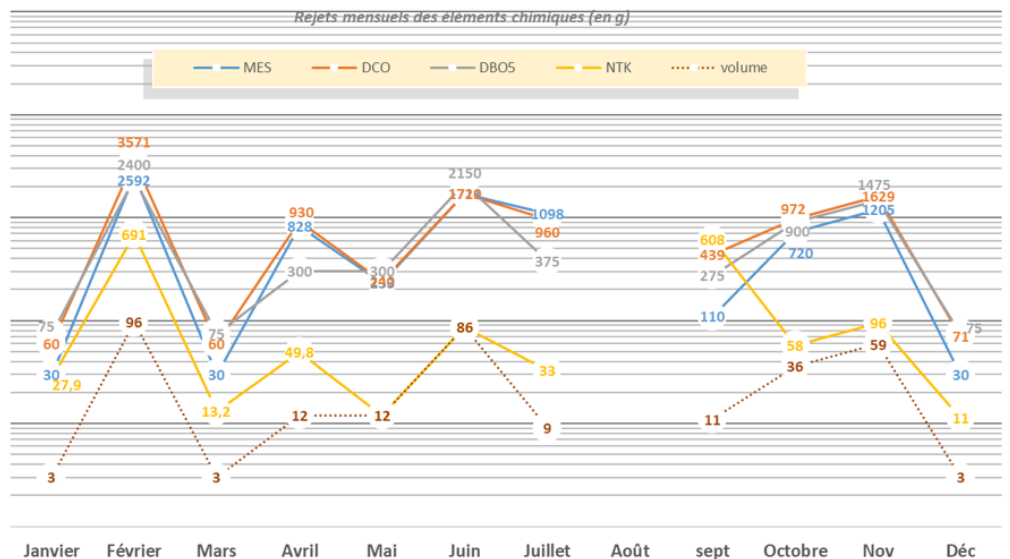
Mesures des paramètres chimiques des cuves des laboratoires

Les rejets sont autorisés après la vérification de la conformité des paramètres principaux radiologiques et physico-chimiques : Matières En Suspension (MES), Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO₅), Demande Chimique en Oxygène (DCO) et pH. Les autres paramètres réglementaires, phosphore total (Pt), hydrocarbures totaux (Ht) et Fluor (F) sont analysés après le rejet. Les bilans mensuels figurent dans les tableaux 4 et 5 et sur les figures 12 et 13.

Tableau 4 - Surveillance mensuelle des paramètres chimiques rejets liquides 2019 en provenance des INB

Mois	Éléments chimiques (2019)							Volume rejeté (m ³)
	MES (g)	DCO (g)	DBO5 (g)	NTK (g)	Pt (g)	HT (g)	F (g)	
Janvier	30	60	75	27,9	4,8	0,30	0,30	3
Février	2592	3571	2400	691	71	29	12	96
Mars	30	60	75	13,2	7,5	0,45	0,39	3
Avril	828	930	300	49,8	13	3,8	2,4	12
Mai	233	240	300	12	7,9	1,2	2,1	12
Juin	1711	1720	2150	86	29	8,6	15	86
Juillet	1098	960	375	33	23	6,7	2,8	9
Août	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	0
Sept	110	439	275	608	6,2	1,1	1,3	11
Octobre	720	972	900	58	19	3,6	5,0	36
Novembre	1205	1629	1475	96	34	5,9	8,5	59
Décembre	30	71	75	11	1,9	0,30	0,54	3
TOTAL	8588	10652	8400	1686	218	61	50	330

Figure 12 - Paramètres chimiques des rejets liquides mensuels 2019



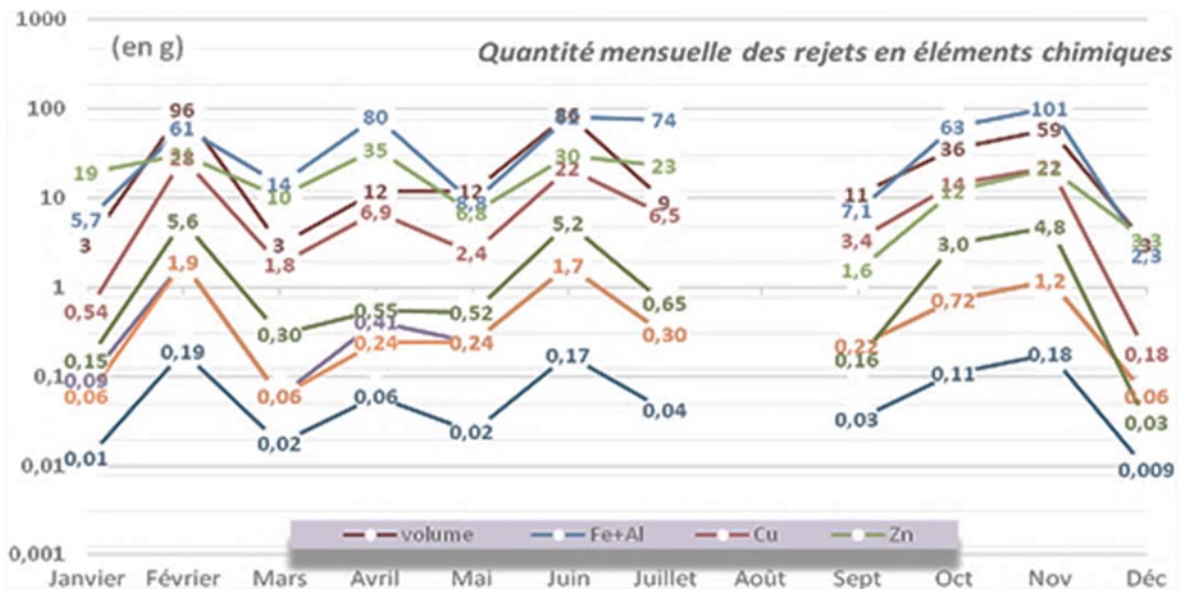
Les mois pendant lesquels les effluents des cuves de grands volumes ont été rejetés présentent des cumuls mensuels généralement plus élevés, mais sans jamais pour autant dé-

passer les flux maxima journaliers autorisés par l'arrêté d'autorisation de déversement d'eaux usées non domestiques du 1^{er} mars 2011 ou par la convention du 27 octobre 2015.

Tableau 5 - Rejets mensuels des traces métalliques des rejets liquides 2019 en provenance des INB

Mois	Métaux lourds (2019)							Volume rejeté (m ³)
	Fe+Al (g)	Cu (g)	Zn (g)	Ni (g)	Pb (g)	Cr (g)	Cd (g)	
Janvier	5,7	0,54	19	0,09	0,15	0,06	0,01	3
Février	61	28	31	1,9	5,6	1,9	0,19	96
Mars	14	1,8	10	0,06	0,30	0,06	0,02	3
Avril	80	6,9	35	0,41	0,55	0,24	0,06	12
Mai	8,8	2,4	6,8	0,24	0,52	0,24	0,02	12
Juin	82	22	30	1,7	5,2	1,7	0,17	86
Juillet	74	6,5	23	0,30	0,65	0,30	0,04	9
Août	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	Pas de transfert	0
Sept	7,1	3,4	1,6	0,22	0,16	0,22	0,03	11
Oct	63	14	12	0,72	3,0	0,72	0,11	36
Nov	101	22	21	1,2	4,8	1,2	0,18	59
Déc	2,3	0,18	3,3	0,06	0,03	0,06	0,009	3
TOTAL	500	107	193	6,9	21	6,7	0,85	330

Figure 13 - Rejets mensuels fer+Al, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd et Pb provenant des INB en 2019



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.

Mesures des paramètres chimiques des émissaires

Les émissaires 17 et 55, décrits précédemment (cf. introduction du § 6) sont présentés sur la figure 14 (page 17). Les valeurs moyennes 2019 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^{er} 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 un dépassement du ratio DCO/DBO₅, cependant les valeurs en DCO et DBO₅ restent en deçà des limites réglementaires, ainsi pour le phosphore total (prélèvement du mois de janvier) et la

somme Fe/Al (prélèvement du mois de mai). Ces écarts ont été tracés dans le système qualité du SPRE.

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 dépassement du ratio DCO/DBO₅ (DCO et DBO₅ 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.

Tableau 6 - Valeurs 2019 des paramètres chimiques mesurés sur les prélèvements réglementaires de l'émissaire 17

Paramètre	Unité	limite réglementaire	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne annuelle 2019
pH	/	5,5 < < 8,5	7,3	7,9	7,6
MES	mg/l	600	< 2,0	420	113
DCO	mg O ₂ /l	2000	< 7,5	370	174
DBO ₅	mg O ₂ /l	800	< 3,0	200	72
DCO/DBO ₅	/	2,5	1,7	5,6	3,2
Azote Kjeldahl	mg N/l	150	< 1,0	60	20
Phosphore total	mg P/l	50	0,58	150	26
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	< 0,10	1,2	0,27
Cyanures	mg/l	0,1	< 0,01	0,025	0,01
Fluorures	mg/l	15	< 0,10	0,14	0,11
Fer + aluminium	mg/l	5	< 0,3	10	1,2
Cuivre	mg/l	0,5	< 0,02	0,13	0,06
Zinc	mg/l	2	< 0,10	0,44	0,17
Nickel	mg/l	0,5	< 0,02	0,04	0,02
Plomb	mg/l	0,5	< 0,01	0,04	0,01
Chrome	mg/l	0,5	< 0,02	< 0,02	0,02
Cadmium	mg/l	0,2	< 0,002	< 0,002	< 0,002

Tableau 7 - Valeurs minimales maximales et moyennes, pour l'année 2019 des paramètres chimiques mesurés sur les prélèvements réglementaires de l'émissaire 55

Paramètre	Unité	Limite réglementaire	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne annuelle 2019
pH	/	5,5 < < 8,5	8,1	9,0	8,5
MES	mg/l	600	16	270	119
DCO	mg O ₂ /l	2000	48	740	244
DBO ₅	mg O ₂ /l	800	14	300	100
DCO/DBO ₅	/	2,5	1,5	4,9	3,0
Azote Kjeldahl	mg N/l	150	3,8	140	67
Phosphore total	mg P/l	50	1,6	18	6,6
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	< 0,10	0,41	0,17
Cyanures	mg/l	0,1	< 0,01	0,012	0,012
Fluorures	mg/l	15	< 0,10	0,2	0,12
Fer + aluminium	mg/l	5	< 0,30	1,3	0,64
Cuivre	mg/l	0,5	< 0,02	0,35	0,13
Zinc	mg/l	2	< 0,10	0,94	0,22
Nickel	mg/l	0,5	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Plomb	mg/l	0,5	< 0,01	0,06	0,02
Chrome	mg/l	0,5	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cadmium	mg/l	0,2	< 0,002	< 0,002	< 0,002

Nota : MES = matières en suspension (MES) ; DBO₅ = Demande Biologique en Oxygène à 5 jours ; DCO = Demande

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.

4.5 CONTRÔLES DES ÉMISSAIRES ET DE L'ÉGOUT URBAIN

L'implantation des stations de contrôles des émissaires 17 et 55 ainsi que de l'égout urbain est représentée sur la figure 14. Les volumes mensuels calculés à partir des débits mesurés sont donnés dans le tableau 8.

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.

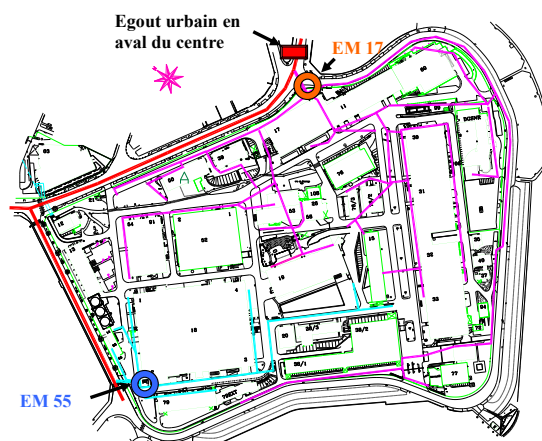


Figure 14 - Implantation des stations de contrôle des émissaires 17 et 55 ainsi que de l'égout urbain

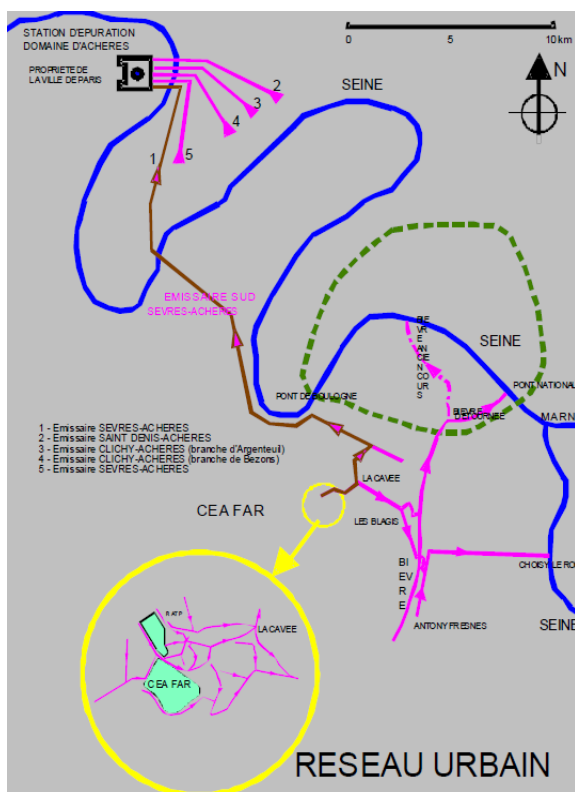
Tableau 8 - Volumes mensuels (en m³) d'eaux mesurés aux émissaires du site

Mois	Emissaire 17	Emissaire 55	Egout urbain
Janvier	2 995	431	6 882
Février	3 274	313	7 407
Mars	3 194	166	7 285
Avril	2 062	122	10 330
Mai	3 274	155	12 271
Juin	2 529	359	6 904
Juillet	2 393	159	7 308
Août	2 765	181	7 577
Septembre	2 136	154	6 087
Octobre	3 585	300	10 583
Novembre	4 922	220	13 601
Décembre	4 395	165	12 322
Total 2019	37 524	2 725	108 557

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, 7,3 Bq/l pour les émetteurs bêta et 30 Bq/l pour le tritium.

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.

Figure 15 -Réseau urbain



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



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

Tableau 9 - Valeurs maximales mensuelles des activités relevées aux émissaires et à l'égout urbain
(Résultats exprimés en Bq/L)

Mois	Emissaire 17				Emissaire 55				Egout urbain			
	alpha	bêta	³ H	¹⁴ C	alpha	bêta	³ H	¹⁴ C	alpha	bêta	³ H	¹⁴ C
Janvier	<0,05	0,98	11	< 1,6	0,07	1,7	5,9	< 1,6	0,11	1,6	13	< 2,1
Février	0,04	0,37	5,7	< 1,7	0,56	1,1	5,7	<2,0	0,24	1,4	17	< 2,0
Mars	0,05	0,60	24	< 2,0	0,04	0,75	11	< 2,1	0,10	0,81	18	< 2,1
Avril	<	2,7	10	< 1,6	0,13	0,79	12	< 2,4	0,12	1,9	20	< 2,7
Mai	0,11	0,89	10	< 1,7	0,48	1,8	7,9	< 2,0	0,33	1,0	11	< 3,0
Juin	0,08	1,3	12	< 1,7	0,17	1,4	8,5	< 2,0	0,31	1,4	10	< 4,9
Juillet	0,07	0,94	12	< 1,6	0,12	1,6	<16	< 5,1	0,13	0,96	30	< 7,7
Août	0,19	110	18	<6,3	<0,05	1,3	24	< 3,1	0,11	26	23	< 17
Sept	0,12	38	14	< 3,1	0,06	1,5	14	< 3,4	0,08	31	17	<3,1
Octobre	0,06	16	13	< 2,7	<0,04	1,5	<4,5	< 1,9	0,10	7,3	17	< 5,1
Nov	<0,06	1,60	1	< 1,9	0,06	1,4	10	< 2,5	0,38	4,2	14	< 3,5
Déc	0,04	0,49	11	< 1,6	0,04	1,0	11	< 2,4	0,09	2,3	20	<2,5

4.6 CONSOMMATION, PRÉLÈVEMENT D'EAU ET PRÉVISIONNEL

En 2019, les volumes d'eau (eau de ville) consommés par les INB représentent 868 m³ pour l'INB 165 et 788 m³ pour l'INB 166 soit une quantité inférieure par rapport au prévisionnel estimé pour l'INB 165 à 1 100 m³ et 800 m³ pour l'INB 166. En 2019, les prévisions de consommation avaient été revues à la baisse.

A titre informatif, les effluents des cuves représentent moins de 25 % du volume consommé. Pour l'année 2020, les prévisions de la consommation en eau des INB sont estimées à 900 m³ pour l'INB 165 et 800 m³ 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.

4.7 CONTRÔLE 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 ¹³⁷Cs et en ²¹⁴Am mesurées sur les boues est présentée sur le tableau 10 et sur le graphe de la figure 17.



Figure 16 -Station SABINE de production des boues

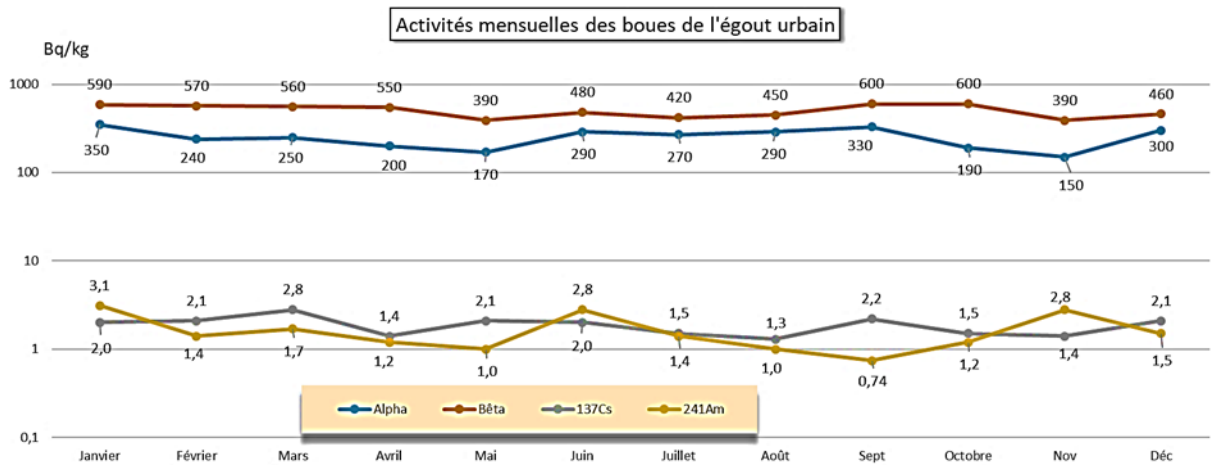


Figure 17 - Surveillance radiologique 2019 des boues au niveau de l'égout urbain (en Bq/kg sec)

On peut noter que les activités moyennes en émetteurs alpha et bêta en 2019, respectivement de l'ordre de 250 Bq/kg et 500 Bq/kg, sont essentiellement dues à la radioactivité d'origine naturelle.

Les activités moyennes des boues en ¹³⁷Cs et ²⁴¹Am, respectivement de l'ordre de 1,9 Bq/kg_{sec} et 1,7 Bq/kg_{sec} restent dans les valeurs habituellement observées.

Tableau 10 - Activité des boues prélevées mensuellement dans l'égout urbain (Résultats 2019 exprimés en Bq/kg_{sec})

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Alpha	350	240	250	200	170	290	270	290	330	190	150	300
Bêta	590	570	560	550	390	480	420	450	600	600	390	460
¹³⁷ Cs	2,0	2,1	2,8	1,4	2,1	2,0	1,5	1,3	2,2	1,5	1,4	2,1
²⁴¹ Am	3,1	1,4	1,7	1,2	< 1,0	2,8	1,4	< 1,0	< 0,74	1,2	2,8	1,5



Figure 18 - Point de surveillance des effluents de l'émissaire 17 avant rejet dans l'égout urbain



Figure 19 - Surveillance des eaux pluviales

SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE

La surveillance de l'air est effectuée à partir des quatre 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 20).

Les stations sont équipées de dispositifs pour :

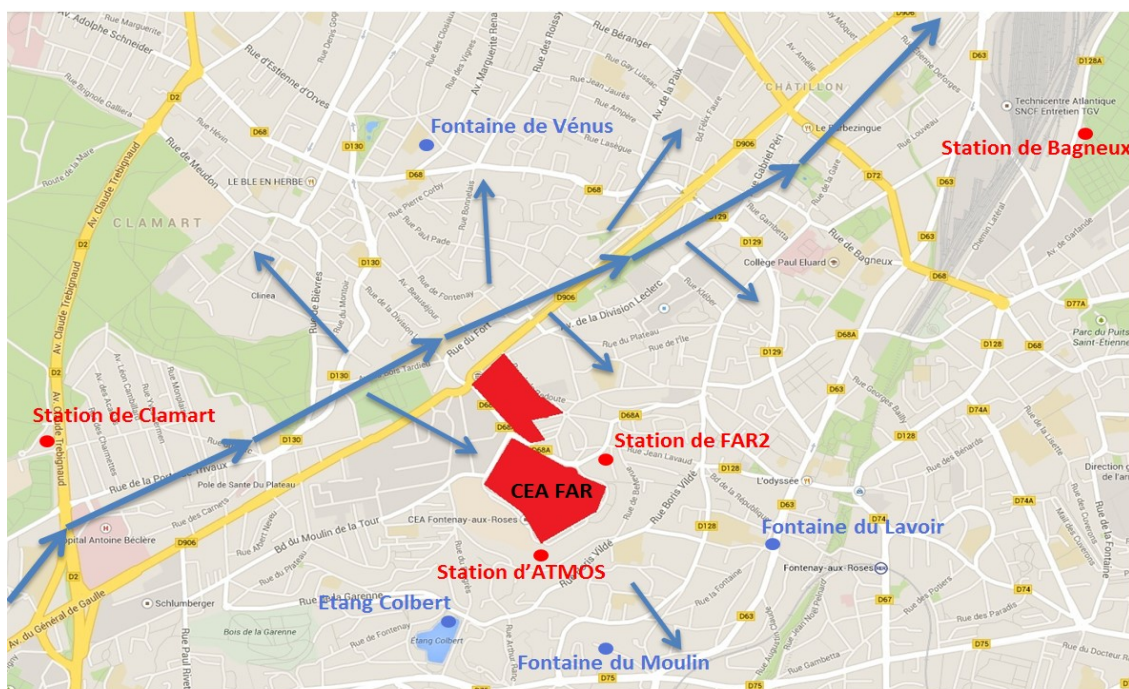
- la mesure en direct des activités alpha et bêta des poussières atmosphériques collec-

tées 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).

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

Figure 20- Implantation des stations de contrôle de l'environnement et sens d'écoulement des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau



5.1 LES AÉROSOLS

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 m³. 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 (cinq 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 4.10⁻⁵ Bq/m³ en alpha et 1.10⁻⁴ Bq/m³ en bêta. Les résultats présentés dans les figures 21 et 22 correspondent aux moyennes mensuelles calculées sur l'ensemble des résultats journaliers.

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

Tableau 11 - Surveillance des aérosols alpha en 2019
(en mBq/m³ soit 10⁻³ Bq/m³)

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

Tableau 12 - Surveillance des aérosols bêta en 2019
(en mBq/m³ soit 10⁻³ Bq/m³)

Mois	FAR ATMOS	FAR2	Bagneux	Clamart
Janvier	0,32	0,38	0,48	0,65
Février	0,65	0,69	0,68	0,86
Mars	0,30	0,32	0,33	0,43
Avril	0,52	0,59	0,60	0,79
Mai	0,37	0,41	0,63	0,61
Juin	0,42	0,48	0,82	0,72
Juillet	0,45	0,43	0,48	0,64
Août	0,65	0,67	0,68	0,79
Septembre	0,40	0,45	0,40	0,50
Octobre	0,40	0,44	0,43	0,51
Novembre	0,33	0,35	0,40	0,31
Décembre	0,38	0,44	0,34	0,40
Moyenne	0,43	0,47	0,52	0,60

Activité alpha des aérosols en mBq/Nm³

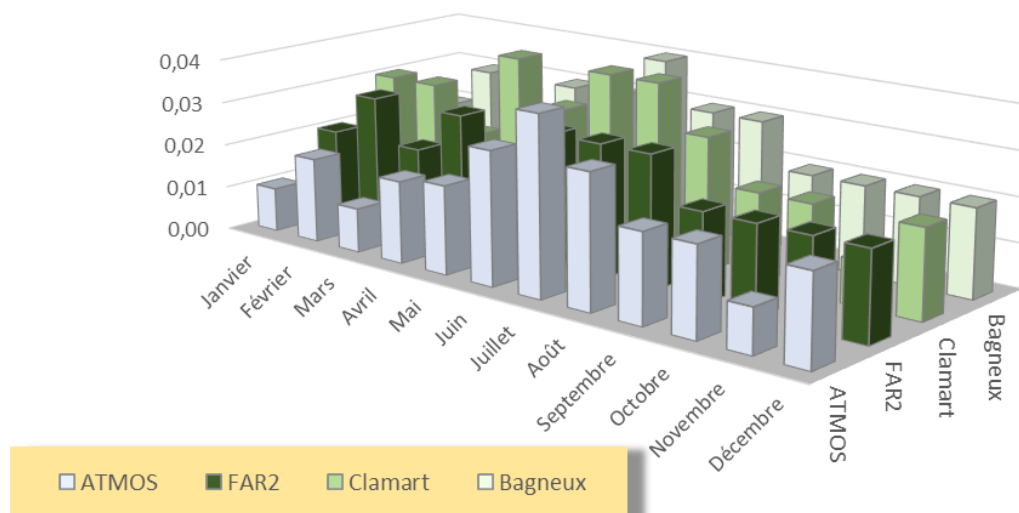


Figure 21- Surveillance des aérosols alpha en 2019

Activité bêta des aérosols en mBq/Nm³

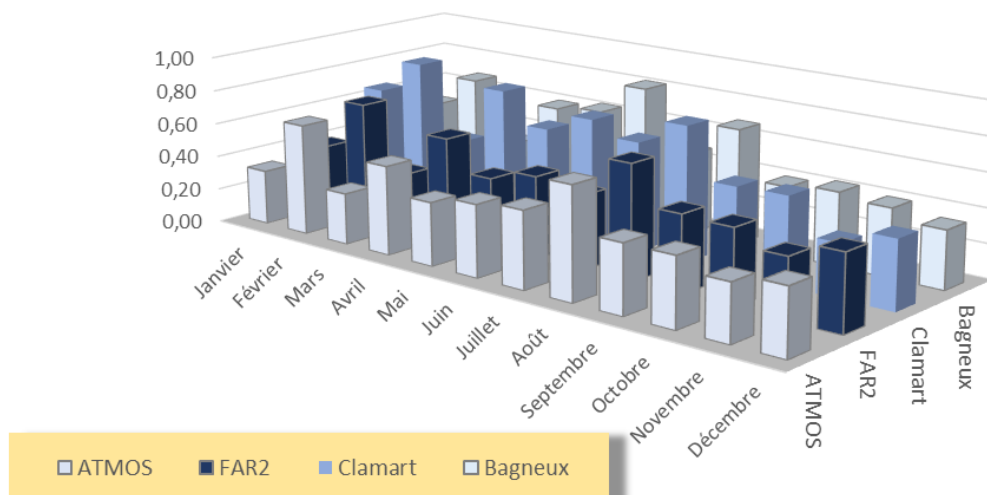


Figure 22 - Surveillance des aérosols bêta en 2019

Les fluctuations observables sont identiques d'une station à l'autre et reflètent les variations naturelles du taux d'émanation radon et de l'empoussièrément de l'air. Il est à noter cependant des valeurs plus élevées à la station de Clamart qui s'expliquent par des travaux menés dans la zone de prélèvement, ainsi qu'à la station de Bagneux entre mai et juin, liées sans doute à une végétation grandissante à proximité.

5.2 LES HALOGÈNES

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 FAR2. En 2019, l'activité volumique en ¹³¹I est restée systématiquement inférieure au seuil de décision des appareils, soit < 3,0.10⁻⁴ Bq/m³. Aucune trace des autres iodures n'a été mise en évidence.

5.3 EXPOSITION EXTERNE

5.3.1 - 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).

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 et leur position dans les stations de surveillance.

Tableau 13 - Exposition externe moyenne mesurée en 2019 par les dosimètres RPL et les balises

Stations	FAR Atmosphérique	Bagneux	Clamart	FAR2
RPL	0,068 $\mu\text{Sv/h}$	0,066 $\mu\text{Sv/h}$	0,080 $\mu\text{Sv/h}$	0,077 $\mu\text{Sv/h}$
Balises	0,078 $\mu\text{Sv/h}$	0,084 $\mu\text{Sv/h}$	0,084 $\mu\text{Sv/h}$	0,092 $\mu\text{Sv/h}$

En 2019, 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 comparable à celui mesuré en 2018, à savoir 0,084 $\mu\text{Sv/h}$. A titre de comparaison, le tableau 13 ci-dessus 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).

5.3.2 - 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 23).

L'exposition ambiante mesurée en périphérie du site est en moyenne de 0,075 $\mu\text{Sv/h}$, valeur du niveau de l'irradiation ambiante naturelle de la région parisienne.

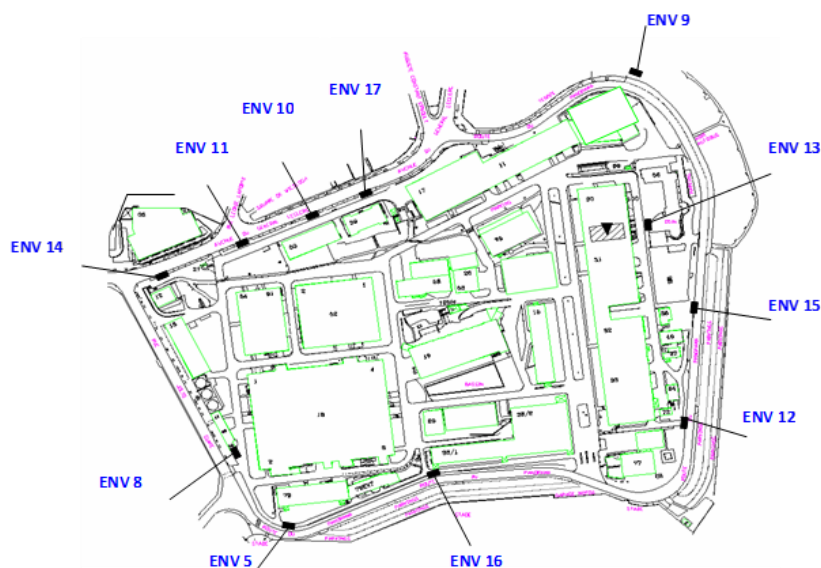


Figure 23 - Implantation des dosimètres RPL en limite de site

Tableau 14 - Exposition ambiante moyenne annuelle

Point de mesure	Exposition ambiante moyenne annuelle en $\mu\text{Sv/h}$
ENV5	0,077
ENV8	0,077
ENV9	0,071
ENV10	0,078
ENV11	0,076
ENV12	0,072
ENV13	0,074
ENV14	0,079
ENV15	0,070
ENV16	0,076
ENV17	0,071
Moyenne clôture	0,075

**Exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants
Bilan IRSN 2015**

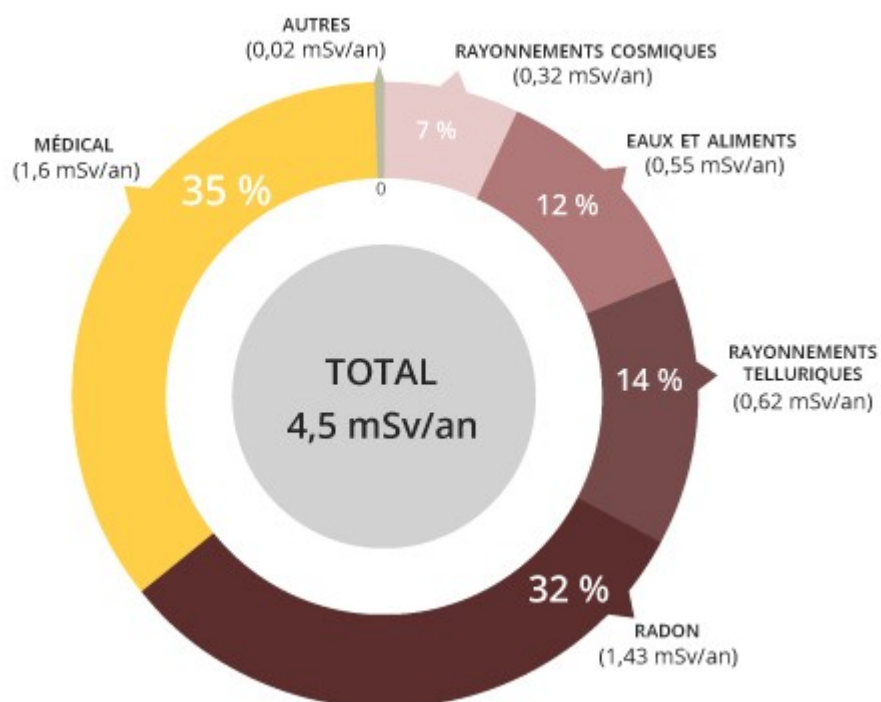




Figure 24 -Etang Colbert

SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX

26

Rapport 2019
environnement
du site de
Fontenay-aux-
Roses

6.1 DÉTERMINATION DE L'ACTIVITÉ DES PRÉCIPITATIONS

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

- deux pluviomètres de 1 m^2 de surface de collection (figure 24), installés dans les stations de ATMOS et FAR2. 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 ATMOS uniquement,
- deux pluviomètres de $0,04 \text{ m}^2$ de surface de collection (figure 25), installés dans les stations de ATMOS et FAR2 pour le relevé de la hauteur des précipitations.



Figure 25 -Pluviomètre 1 m^2



Figure 26 –Pluviomètre $0,04 \text{ m}^2$ 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.

On constate que pour les émetteurs alpha, l'activité moyenne est de 0,02 Bq/l (0,03 Bq/l en 2018) avec une bonne homogénéité des valeurs mesurées. Pour les émetteurs bêta, l'activité spécifique moyenne est de 0,07 Bq/l (0,12 Bq/l en 2018) avec une valeur maximale de 0,21 Bq/l à la station de ATMOS.

Enfin, le tritium est systématiquement non détecté. Son activité spécifique moyenne est inférieure à 3,5 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/m² en alpha et de 5,8 Bq/m² en bêta au niveau de la station ATMOS. Pour la station FAR2, l'activité moyenne annuelle par unité de surface est de l'ordre de 0,59 Bq/m² en alpha et 4,2 Bq/m² en bêta. Ces activités sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle.

6.2 ACTIVITÉ VOLUMIQUE DES EAUX DE SURFACE

6.2.1 Etang COLBERT

Les eaux de surface sont prélevées mensuellement à l'étang Colbert. Les activités volumiques moyennes sont présentées dans le tableau 15 ci-après.

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

Mois	Station ATMOS				Station FAR2		
	Hauteur Pluie [mm]	Activité moyenne [Bq/l]			Hauteur Pluie [mm]	Activité moyenne [Bq/l]	
		alpha	bêta	Tritium		alpha	bêta
Janvier	35	0,01	0,08	< 3,1	38	0,01	0,14
Février	41	0,03	0,08	< 3,4	44	0,02	0,07
Mars	54	0,01	0,07	< 3,1	56	0,01	0,09
Avril	21	0,02	0,14	< 3,2	22	0,02	0,06
Mai	52	0,01	0,07	< 3,1	59	0,01	0,10
Juin	43	0,02	0,11	< 3,0	43	0,01	0,05
Juillet	17	0,01	0,21	< 3,5	16	0,01	0,05
Août	150	0,03	0,04	< 3,0	142	0,02	0,05
Septembre	30	0,02	0,11	< 3,0	31	0,01	0,04
Octobre	86	0,01	0,06	< 3,3	93	0,01	0,05
Novembre	89	0,01	0,05	< 3,3	95	0,01	0,04
Décembre	74	0,01	0,08	< 3,2	76	0,01	0,04
Moyenne annuelle	Total=692	0,02	0,1	< 3,2	Total=715	0,01	0,07



Figure 27 -Etang Colbert (Plessis-Robinson)

Tableau 16 - *Activité volumique moyenne alpha, bêta et tritium des eaux de surface (Étang COLBERT) de 2015 à 2019 (Bq/l).*

Année	Alpha (Bq/l)	Bêta (Bq/l)	Tritium (Bq/l)
2015	0,06	0,15	< 10
2016	0,05	0,14	< 10
2017	0,05	0,16	< 10
2018	0,09	0,12	< 4,0
2019	0,08	0,14	< 3,3

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.

6.2.2 Etangs VILLEBON, MONTSOURIS, LA GARENNE, SCEAUX, VERRIÈRES

Les eaux de surface sont prélevées annuellement aux étangs de Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux et Verrières.

Tableau 17 - *Activité volumique moyenne alpha, bêta et tritium des eaux de surface (Étangs Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux) en 2019 (Bq/l).*

Année	Alpha (Bq/l)	Bêta (Bq/l)	Tritium (Bq/l)
Villebon	< 0,03	0,09	< 4,0
Montsouris	0,05	0,11	< 2,9
La Garenne	0,49	0,17	< 3,9
Sceaux	0,05	0,18	< 3,4
Verrières	0,08	0,39	< 2,9

Les activités volumiques moyennes sont présentées dans le tableau 17 ci-avant. 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.

Activité massique des sédiments – Etang Colbert

Les sédiments de l'étang Colbert présentent une activité massique moyenne en ¹³⁷Cs de l'ordre de 20 Bq/kg (Tableau 18). Celles en ⁶⁰Co et ²⁴¹Am restent systématiquement inférieures aux seuils de décision, respectivement 0,52 Bq/kg et 0,72 Bq/kg.



Figure 28 -Etang Colbert (Plessis-Robinson)

Tableau 18 - *Activité massique des sédiments de l'étang COLBERT de 2015 à 2019 (Bq/kg)*

Année	Alpha global	Bêta global	⁷ Be (naturel)	⁴⁰ K (naturel)	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am
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
2018	677	913	360	283	< 0,40	18	< 0,70
2019	730	935	335	305	< 0,52	20	< 0,72

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, ⁷Be et ⁴⁰K sont représentatives des radionucléides naturels. Quant au ¹³⁷Cs, l'activité mesurée provient des retombées des anciens essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl.

6.3 CONTRÔLE DE LA NAPPE PHRÉATIQUE 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, la recherche des indices de l'activité alpha et bêta globale, du tritium et du pH. L'implantation des piézomètres est donnée en figure 30 ci-après.

Le volume d'eau prélevé annuellement au titre de la surveillance réglementaire de la nappe phréatique est de l'ordre de 13 m³, 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 ¹³⁷Cs et en ²⁴¹Am restent respectivement inférieures à 0,12 Bq/l et 0,18 Bq/l.

Figure 29 – *Sens d'écoulement des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau*



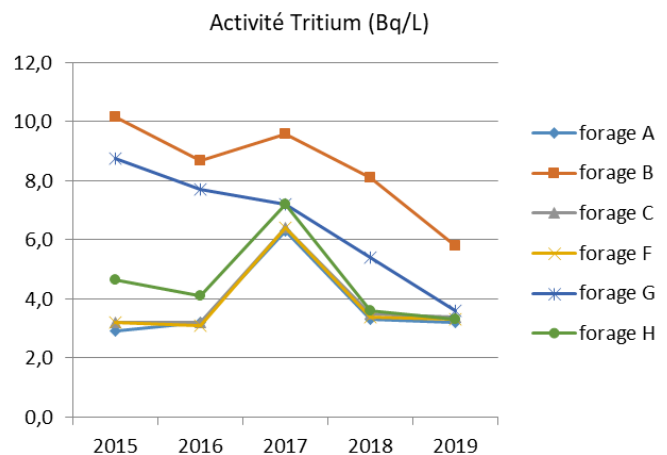
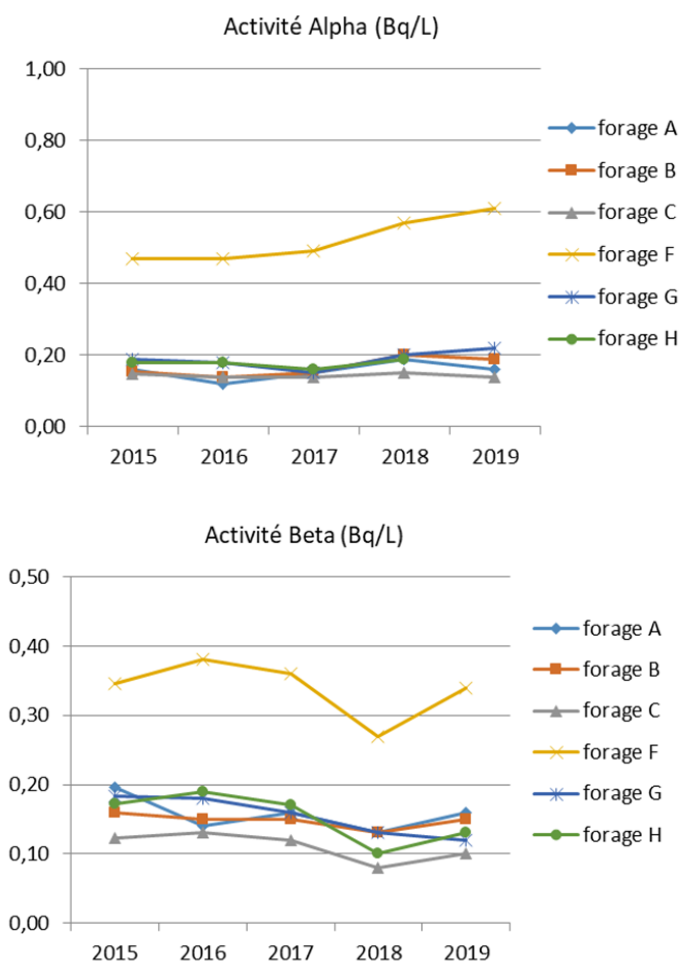
Figure 30 – *Implantation des piézomètres sur le site de Fontenay-aux-Roses*



Les indices des activités alpha et bêta globales mesurés sur les prélèvements mensuels donnent des valeurs moyennes respectives de 0,25 Bq/l et 0,17 Bq/l représentatifs du niveau de la radioactivité naturelle. Quant au tritium, son activité volumique varie autour d'une valeur moyenne de 4,0 Bq/l.

L'évolution de 2015 à 2019 des activités moyennes annuelles alpha, bêta et tritium des six piézomètres réglementaires est représentée par les 3 graphes ci-dessous de la figure 31.

Figure 31 - Evolution des activités α , β et tritium moyennes annuelles des piézomètres de 2015 à 2019



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

6.4 CONTRÔLE DES RÉSURGENCES

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 .

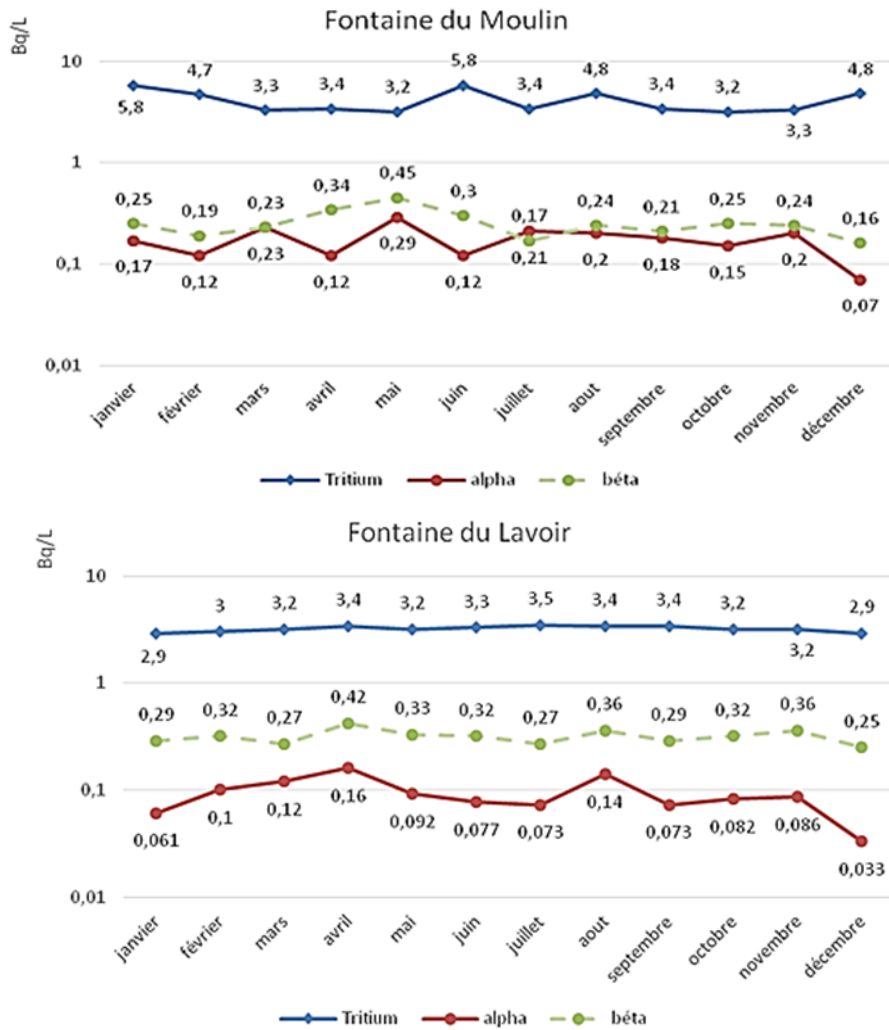
La résurgence du « Moulin » (figure 33) correspond à un bassin dans lequel se déversent les eaux captées de l'ancienne fontaine du Moulin. Elle présente des activités moyennes de l'ordre de 0,17 Bq/l en alpha et 0,25 Bq/l en bêta représentatives du bruit de fond naturel.

La fontaine du Lavoir fait apparaître des activités moyennes de l'ordre de 0,09 Bq/l en alpha (due essentiellement à l'uranium naturel) et 0,32 Bq/l en bêta (due essentiellement au ^{40}K , radionucléide d'origine naturelle).

Quant au tritium, il n'est détecté qu'à la fontaine du Moulin avec une activité moyenne de 4,1 Bq/l et une valeur maximale de 5,8 Bq/l.

Les graphes de la figure 32 montrent les évolutions des activités alpha, beta et tritium des fontaines du Moulin et du Lavoir pour l'année 2019.

Figure 32 - Evolution 2019 des activités α , β et tritium des fontaines du moulin et 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 33).

Cette résurgence présente en 2019 des activités de 0,11 Bq/l en émetteurs alpha, 0,30 Bq/l en émetteurs bêta et une teneur en tritium inférieure à 5,0 Bq/l.

Figure 33 -Ecoulement de la nappe phréatique et emplacement de la fontaine du moulin

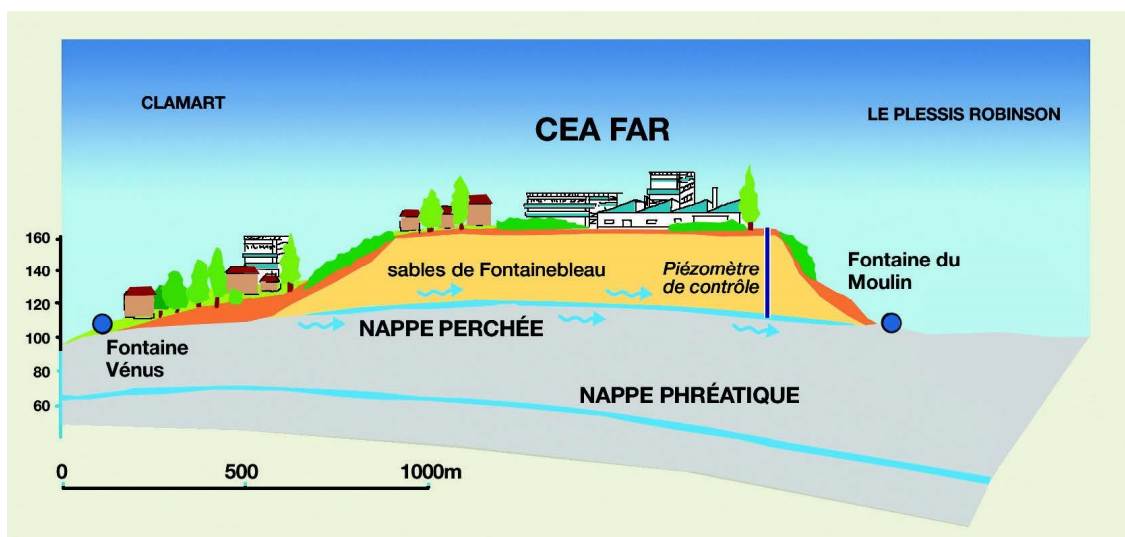




Figure 34 - Carte des points des prélèvements

SURVEILLANCE DES VÉGÉTAUX ET DES SOLS

7.1 SURVEILLANCE DES VÉGÉTAUX

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}K (31 mg de potassium correspond à une activité de 1 Bq). L'activité en ^{40}K mesurée sur des échantillons de végétaux frais varie selon la nature des produits autour d'une teneur moyenne de 190 Bq/kg. A noter, la présence en très faible quantité de ^{137}Cs détectées sur quelques échantillons de végétaux prélevés aux stations ATMOS et FAR2. Ces traces en ^{137}Cs sont très certainement imputables à la présence dans les échantillons de sol marqué par les retombées des essais atmosphériques

et de l'accident de Tchernobyl.

En outre, les prélèvements de végétaux n'ont pu être réalisés aux mois de février, septembre, octobre et décembre en raison des conditions climatiques défavorables (gel, sécheresse), des fiches d'écart et une fiche d'action corrective ont été ouvertes à ce titre dans le système qualité du SPRE. Le ^7Be , radionucléide naturel, est également détecté avec une activité moyenne de 55 Bq/kg frais. Les concentrations mesurées dans les prélèvements varient selon l'état d'avancement de leur stade végétatif ; herbe jeune, foin ... (tableau 19).

Tableau 19 - Activité massique des végétaux frais de 2019 (Bq/kg frais)

Activité par radionucléide	Clamart	Bagneux	FAR 2	Atmos
^7Be (moyenne)	72	53	41	54
^{40}K (moyenne)	164	194	170	225
^{137}Cs (max) (*)	<0,96	<0,73	0,24	0,1
^{241}Am (max) (*)	<0,87	<0,72	<0,54	<0,42

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

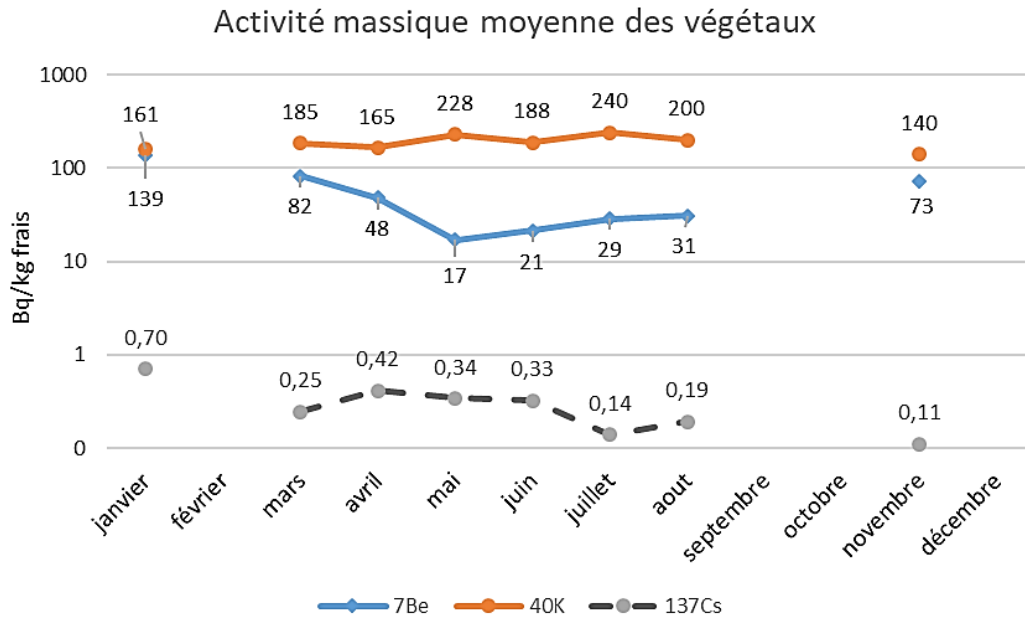


Figure 35 – Evolution mensuelle de l'activité en ⁷Be, ⁴⁰K et ¹³⁷Cs des végétaux

7.2 SURVEILLANCE DES SOLS

7.2.1 Terre des stations de surveillance

Les sols font également l'objet d'une surveillance annuelle en quatre 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 2019 sur les sols donnent des valeurs moyennes de l'ordre de 4,0 Bq/kg sec en ¹³⁷Cs, radionucléide artificiel provenant des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et en quantité moindre aux retombées de l'accident de Tchernobyl. Les valeurs en ²⁴¹Am pour les 4 points sont toutes inférieures au seuil de décision.

Tableau 20 - Activités massiques moyennes alpha, bêta globales et ¹³⁷Cs mesurées en 2019 sur des sols des quatre stations (en Bq/kg sec)

Stations	Activité globale α	Activité globale β	¹³⁷ Cs
Clamart	290	370	3,8
Bagneux	290	380	1,8
FAR 2	310	360	4,1
Atmos	340	560	7,1

7.2.2 Terres 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 α	Activité Globale β	¹³⁷ Cs
Villebon	270	460	0,50
Montsouris	360	1100	< 0,29
La Garenne	350	560	1,4
Sceaux	420	600	2,0
Verrières	300	490	1,2

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 imputable aux retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et en quantité moindre à celles de l'accident de Tchernobyl.

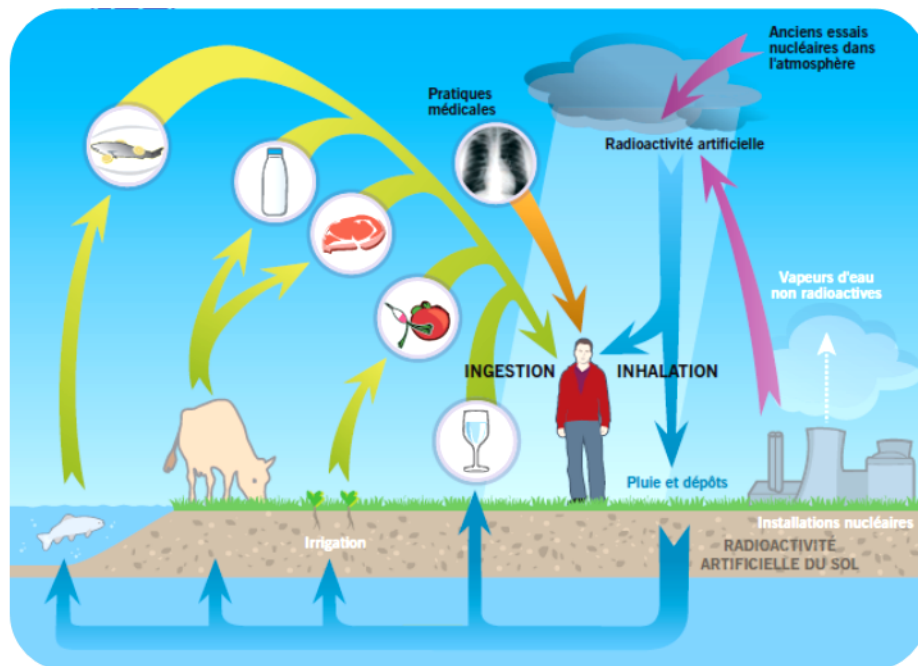


Figure 36 - Voies d'atteinte à l'homme

IMPACT SUR L'HOMME

L'évaluation de l'impact sanitaire est basée, de façon conservatrice, 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.

8.1 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.

8.2 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 traitement à la station d'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).

Figure 38 -Séchage en étuve des échantillons biologiques



IMPACT RADIOLOGIQUE TOTAL

Pour 2019, l'impact radiologique annuel des rejets des effluents radioactifs gazeux et liquides est très inférieur à 0,01 mSv. Ce niveau d'impact reste extrêmement faible et bien 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).



Figure 38 -Etang Colbert (Plessis-Robinson)

CONCLUSION

En 2019, 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 2019 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 deux minutes d'exposition à la radioactivité naturelle.

Glossaire général

ANDRA :	Agence nationale pour les déchets radioactifs
ASN :	Autorité de sûreté nucléaire
C2N :	Contrôle de second niveau
CCSIMN :	Cellule de contrôle de la sécurité des INB et des matières nucléaires
CEA :	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CEP :	Contrôles et essais périodiques
CIRES :	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
COFRAC :	Comité français d'accréditation
CQSE :	Cellule qualité, sécurité et environnement du centre de Saclay
CRES :	Compte rendu d'événement significatif
DANS :	Direction des activités nucléaires de Saclay
DARPE :	Demande d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau
DDCC :	Direction du démantèlement pour les centres civils
DES :	Direction des énergies
DEN :	Direction de l'énergie nucléaire
ELPS :	Équipe locale de premier secours
FA :	Faible activité
FLS :	Formation locale de sécurité
FMA :	Faible et moyenne activité
FOH :	Facteurs organisationnels et humains
HA :	Haute activité
ICPE :	Installation classée pour la protection de l'environnement
IGN :	Inspection générale nucléaire du CEA
INB :	Installation nucléaire de base
INES :	International Nuclear Event Scale
IRSN :	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
RGE :	Règles générales d'exploitation
SPRE :	Service de protection contre les rayonnements et de l'environnement
SST :	Service de santé au travail
TFA :	Très faible activité
VC :	À vie courte
VL :	À vie longue

CEA
Direction du Centre CEA/Paris-Saclay
site de Fontenay-aux-Roses
18, route du Panorama - BP6
92265 Fontenay-aux-Roses Cedex
Téléphone : 01 46 54 96 00
Télécopie : 01 46 54 71 19
paris-saclay.cea.fr

Rapport Environnemental

BILAN 2019

