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



BILAN 2023



AUTEURS

**Service de protection contre les rayonnements et de surveillance de l'environnement (SPRE)
du centre CEA Paris-Saclay**

Catherine BORDIER-OLIVEIRA, Morgane LE FLOCH et Sébastien MAROT

Chargé de mission environnement du centre CEA Paris-Saclay

Jacques MACHETTO

Directeur délégué à la sécurité et à la sûreté nucléaire du centre CEA Paris-Saclay

Fabien MOREL

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	4
2	PRESENTATION GENERALE DU SITE DE FONTENAY-AUX-ROSES	5
2.1	IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE.....	5
2.2	ACTIVITES ET EFFECTIFS	5
2.3	LES PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES APPLICABLES	8
2.4	LES EFFLUENTS	8
2.5	LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	11
3	FAITS MARQUANTS ENVIRONNEMENTAUX	12
3.1	INSPECTIONS ET AUDITS.....	12
3.2	ANOMALIES ET INCIDENTS.....	14
4	CONTROLE DES EAUX DE CONSOMMATION DU SITE.....	14
5	LE CONTROLE DES REJETS D’EFFLUENTS DU SITE	15
5.1	REJETS DES EFFLUENTS ATMOSPHERIQUES	15
5.2	TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES.....	18
6	LA SURVEILLANCE DE L’ENVIRONNEMENT DU SITE	26
6.1	CADRE REGLEMENTAIRE	26
6.2	SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE	27
6.3	SURVEILLANCE DES EAUX	32
6.4	SURVEILLANCE DES VEGETAUX	41
6.5	SURVEILLANCE DES SOLS.....	43
7	IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L’HOMME	45
7.1	REJETS GAZEUX.....	46
7.2	TRANSFERTS LIQUIDES	46
7.3	IMPACT RADIOLOGIQUE TOTAL.....	47
8	CONCLUSION	47
	ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	48
	ANNEXE 2 : LISTE DES FIGURES	49
	ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX	50
	ANNEXE 4 : LISTE DES DEFINITIONS	51

1 INTRODUCTION

Le CEA a été créé en 1945 pour doter la France d'un centre de 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. Aujourd'hui Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives, le CEA reste fidèle à sa vocation première et contribue toujours à la recherche et développement en vue de son application auprès des industriels. L'ensemble de ses activités est répartie sur neuf centres dont quatre à caractère civil et cinq au titre des applications militaires (cf. Figure 1). 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 Marcoule. Le CEA développe également des partenariats en régions avec d'autres organismes de recherche publics et privés, les collectivités locales et les universités.

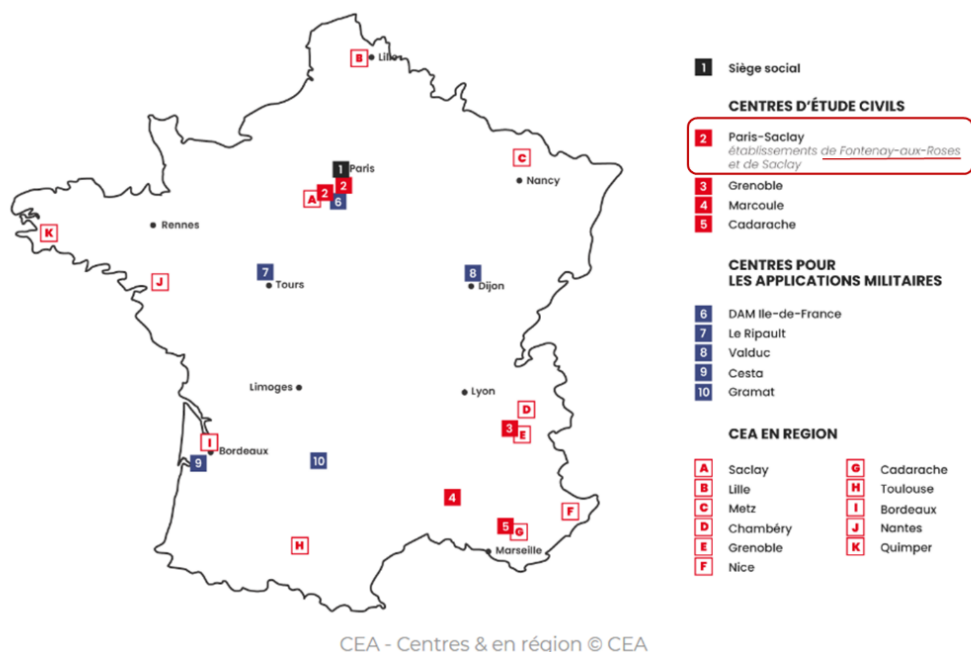


Figure 1 : Carte des centres CEA civils et pour les applications militaires et ses partenariats régionaux

Ce rapport environnemental présente le bilan 2023 de la surveillance de l'environnement et du contrôle des rejets du site de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay en application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié en 2013, dit « Arrêté INB »¹. Son contenu est élaboré selon les prescriptions de l'article 5.3.1 de la Décision ASN 2013-DC-0360 modifiée en 2016, dite « décision environnement »² et homologuée par arrêtés des 9 août 2013 et 5 septembre 2016.

Ce rapport prend également en compte les rejets liquides confondus des autres installations implantées sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses et relevant d'un autre régime réglementaire, à savoir le Code de la santé publique.

¹ Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.

² Décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base.

2 PRESENTATION GENERALE DU SITE DE FONTENAY-AUX-ROSES

2.1 IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE

Le site de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay est implanté sur le plateau de Fontenay-aux-Roses, à 160 mètres d'altitude, en zone urbaine, au sud/sud-ouest de Paris dans le département des Hauts-de-Seine (92) (cf. Figure 2). D'un point de vue hydrogéologique, il présente la particularité d'être construit au-dessus d'une nappe dite « perchée » située à 65 m de profondeur à l'aplomb du site.

Le site est rattaché à la Direction Générale du CEA. Implanté sur une superficie de 10 hectares, il a pour vocation d'être un centre de recherche et d'innovation de tout premier plan à l'échelle nationale et européenne dans le domaine des technologies biomédicales.

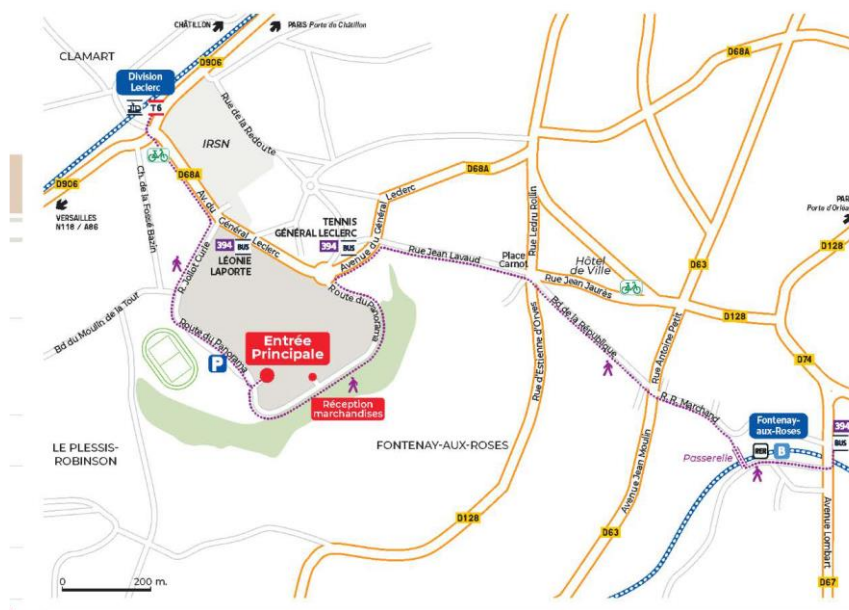


Figure 2 : Implantation géographique du site CEA de Fontenay-aux-Roses

2.2 ACTIVITES ET EFFECTIFS

Historiquement, le site CEA 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 au sein des départements et des services de l'IBFJ (Institut de Biologie François Jacob) appartenant à la DRF (Direction de la recherche fondamentale) du CEA, que sont :

- Le département IDMIT (*Infectious Diseases Models for Innovative Therapies*),
- Le département IRCM (Institut de Recherche en Radiobiologie Cellulaire et Moléculaire),
- Le département MIRcen (*Molecular Imaging Research Center*) qui s'est agrandi en 2022 par la création d'un nouveau bâtiment accueillant un cyclotron et un laboratoire de radiochimie et dédié

aux activités de l'infrastructure nationale NeurATRIS (*European Advanced Translational Research Infrastructure for Neurosciences*),

- Le SEPIA (Service d'Etude des Prions et des Infections Atypiques).

Des start-up (Theranexus et Life and Soft) ainsi que des équipes industrielles collaborant avec les unités de recherche (Oncodesign et Servier) sont également présentes sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Au site CEA de Fontenay-aux-Roses sont également rattachées administrativement trois autres structures de la DRF avec des implantations géographiques différentes. Il s'agit du Genoscope (GEN) et du Centre National de Recherche en Génomique humaine (CNRGH) localisés à Evry ainsi que du Service de Recherche en Hémato-Immunologie (SRHI) implanté à l'Hôpital Saint-Louis situé à Paris.

La production scientifique des chercheurs du site de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay, dont l'effectif est de 1200 salariés (structures rattachées comprises), s'articule autour de thématiques placées au cœur des préoccupations sociétales telles que la radiobiologie, la toxicologie, la neurovirologie, les neurosciences et les maladies infectieuses et neurodégénératives, ce qui confère au site de Fontenay-aux-Roses un rayonnement scientifique d'ampleur internationale.



*Activités des départements de
R&D (IDMIT et MIRCen) de l'Institut de Biologie François Jacob implantés
sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses*

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses accueille aussi une partie de la Direction du Centre CEA Paris-Saclay, la Direction de la sécurité et de la sûreté nucléaire (DSSN) du CEA, l'Inspection Générale Nucléaire (IGN), les archives et l'ensemble des équipes de soutien aux programmes et aux unités du CEA. Une unité de la Direction des Énergies (DES) du CEA présente sur le site, l'UADF (Unité d'assainissement, démantèlement et reprise et conditionnement des déchets de Fontenay-aux-Roses) s'occupe du démantèlement en cours de ses deux installations nucléaires de base (INB) (cf. Figure 3). Il s'agit de l'INB 165 (procédé) où se situaient notamment d'anciens laboratoires de R&D et l'INB 166 (support) comprenant des bâtiments de traitement des effluents liquides, de tri et d'entreposage des déchets issus de l'INB 165.

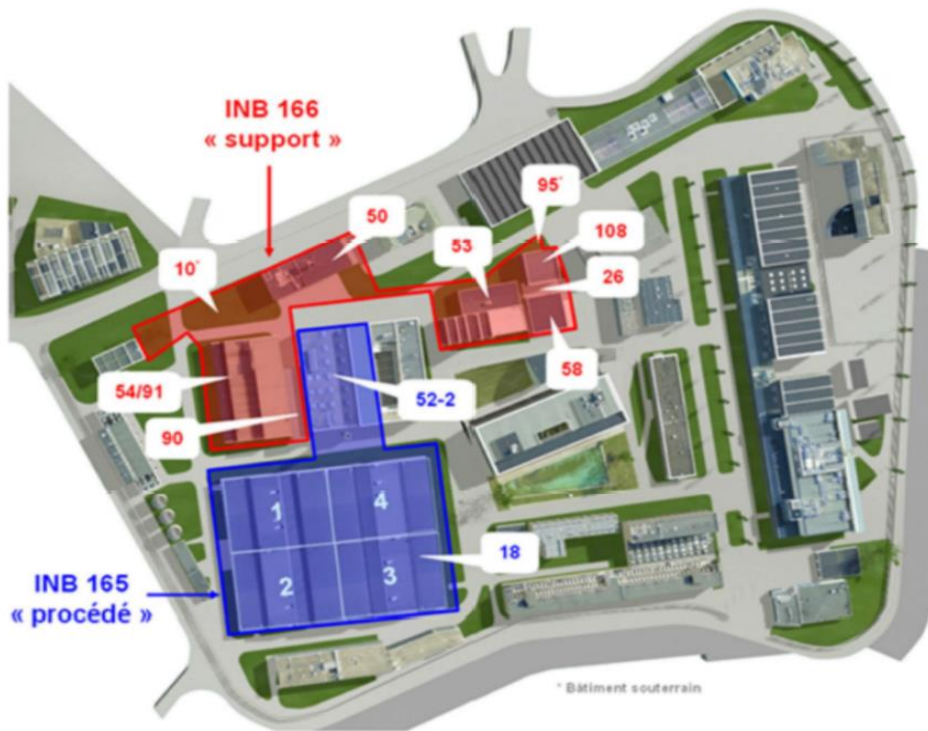


Figure 3 : Bâtiments du site CEA de Fontenay-aux-Roses abritant les INB 165 et 166



Activités d'assainissement/démantèlement des INB 165 et 166 du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Le site héberge également des équipes du ministère des Armées (IRSN en 2023) ainsi que des entreprises utilisant, par convention, les infrastructures et les compétences du site pour leurs propres besoins.

2.3 LES PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES APPLICABLES

Les prescriptions réglementaires relatives au contrôle des rejets et de la surveillance de l'environnement du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont définies par trois arrêtés d'autorisation et une convention qui fixent les limites ainsi que les modalités techniques et de contrôle des rejets aux émissaires.

- 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 18 mai 2021,
- Convention de raccordement du Commissariat à l'énergie atomique au réseau d'assainissement de la communauté d'agglomération sud seine signée le 27 octobre 2015.

Ces textes réglementaires fixent la nature et la localisation des prélèvements à réaliser ainsi que leur fréquence et les mesures à effectuer sur ces derniers. Ils prescrivent également pour certaines mesures les valeurs limites de rejets autorisées.

Les arrêtés d'autorisation de rejets d'effluents radioactifs de 1988 sont actuellement en cours de révision afin d'adapter les limites de rejets radiologiques et physico-chimiques du site CEA de Fontenay-aux-Roses et sa surveillance de l'environnement au plus près de la situation actuelle des INB 165 et 166 en cours d'assainissement en vue de leur démantèlement.

Aussi, en application de l'article R1333-16 du Code de la santé publique, le CEA a transmis en 2014 à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) un dossier de demande d'autorisation révisé en 2017 proposant de prescrire des limites de rejets plus basses qu'actuellement et de définir un programme de surveillance de l'environnement ajusté. L'aboutissement de l'instruction de ce dossier par l'ASN doit donner lieu à un nouvel arrêté d'autorisation relatif aux rejets d'effluents radioactifs du site de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay qui viendra ainsi remplacer à termes les deux arrêtés de 1988.

2.4 LES EFFLUENTS

Les activités du site CEA de Fontenay-aux-Roses impliquent des rejets d'effluents qui sont contrôlés, et dont l'impact est suivi via la mise en place d'un programme de surveillance de l'environnement.

2.4.1 Les rejets atmosphériques

Les rejets atmosphériques des INB du site CEA de Fontenay-aux-Roses s'effectuent au moyen de neuf émissaires dont cinq sont localisés dans les différents secteurs de l'INB 165 et les quatre autres au niveau de l'INB 166 (cf. Figure n° 4). Avant rejet dans l'environnement, l'air de ces INB est filtré par deux barrières de filtres THE (très haute efficacité). En aval des filtres THE, ces émissaires comprennent chacun plusieurs filtres de prélèvements en continu des aérosols placés au niveau des gaines issues des secteurs abritant les équipements relatifs aux procédés (30 filtres « procédés »), mais aussi des secteurs abritant les équipements support (54 filtres « ambiance »). Les filtres de prélèvements sont tous relevés périodiquement pour mesures en différé des activités volumiques en émetteurs alpha et bêta global.

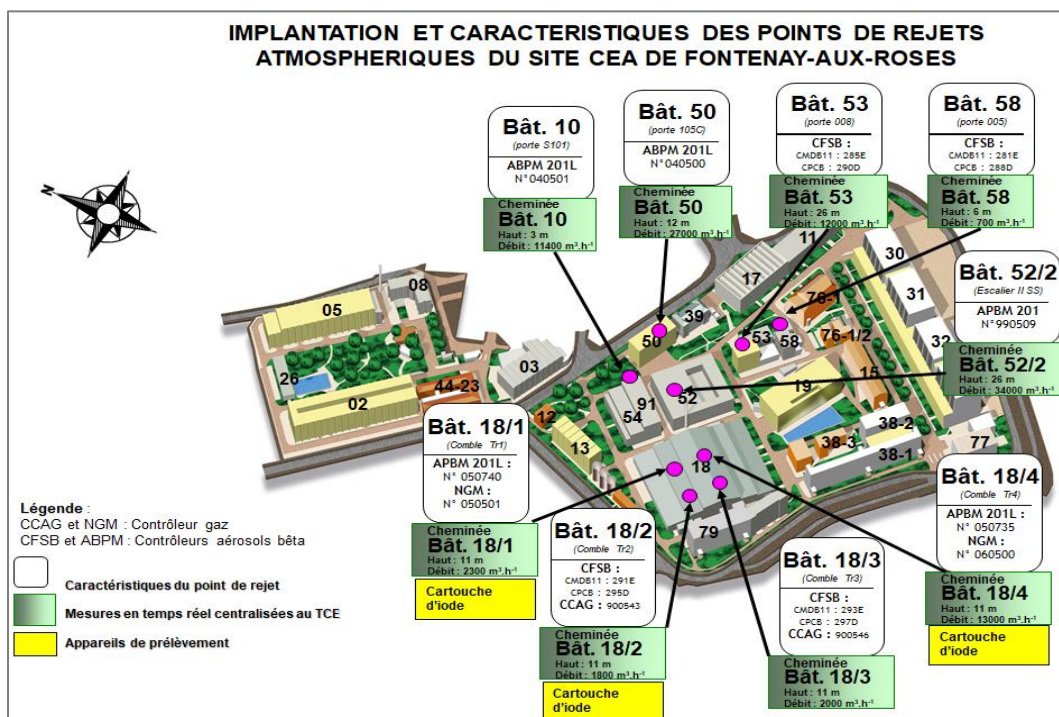


Figure 4 : Localisation des émissaires de rejets atmosphériques du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Trois de ces émissaires situés au niveau de l'INB 165 (bâtiment 18) sont également pourvus de supports adsorbants de prélèvements en continu des halogènes, permettant spécifiquement la mesure en différé des rejets d'iode du site de Fontenay-aux-Roses.

Les neuf émissaires sont également équipés de balises de contrôle en temps réel de l'activité des aérosols émetteurs bêta, parmi lesquels cinq suivent également l'activité des aérosols émetteurs alpha. Quatre d'entre eux, situés au niveau de l'INB 165 (bâtiment 18), sont par ailleurs équipés d'un contrôle pour la mesure en continu des gaz radioactifs, malgré l'absence systématique de rejets de gaz rares par les INB depuis l'arrêt en 1995 des opérations sur combustible irradié.

Tous les réseaux « procédés » et « ambiance » des émissaires des INB font donc l'objet d'un contrôle des rejets. Cependant, seuls les résultats des rejets issus des gaines « procédés » sont quantifiés annuellement en halogènes et en aérosols émetteurs bêta. Le contrôle des rejets en gaz rares et en aérosols émetteurs alpha se fait uniquement au regard des activités volumiques mesurées respectivement en continu et en différé au laboratoire.

2.4.2 Les rejets liquides

Les effluents liquides du site CEA sont transférés *via* l'égout urbain, au travers de trois émissaires (cf. Figure 4), situé en aval du site dans le réseau de collecte de la ville de Fontenay-aux-Roses. Les égouts sont ensuite traités par le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP).



Figure 5 : Implantation des émissaires et de l'égout urbain sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses

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.

Les effluents des INB transitent dans un premier temps par l'émissaire 17 bis avant d'être transférés dans l'émissaire 17.

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.

2.5 LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Pour répondre aux exigences réglementaires, le plan de surveillance de l'environnement du site CEA de Fontenay-aux-Roses intègre les obligations réglementaires mentionnées précédemment (cf. § 2.3) mais prend également en compte la politique environnementale volontariste du centre CEA Paris-Saclay avec pour objectif majeur le maintien d'un niveau d'impact négligeable 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. La surveillance atmosphérique est réalisée à partir de mesures effectuées dans quatre stations fixes (cf. Figure 6) situées à des distances de 0,2 à 2 km autour du site CEA : deux stations à Fontenay-aux-Roses (FAR ATMOS et FAR 2), une à Clamart et une à Bagneux. Les eaux (eaux de pluie, eaux souterraines et de surface) ainsi que les prélèvements d'herbes, de sols et de sédiments font également l'objet d'une surveillance réalisée à partir de mesures dans l'environnement proche du site.

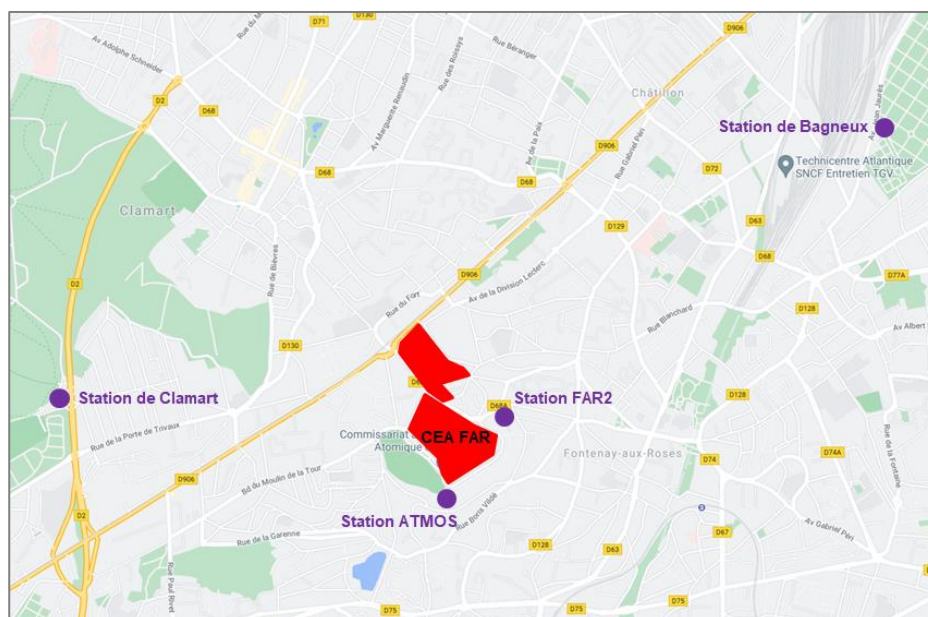


Figure 6 : Implantation des stations de surveillance atmosphérique du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Les équipes de la Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement (SCRE) et le Laboratoire d'Analyse Radiologique et Physicochimique (LARP) du Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement (SPRE) collectent et analysent des échantillons tout au long de l'année. Le LARP est agréé au titre de l'article R.1333-17 du Code de la Santé Publique pour les

mesures de la radioactivité de l'environnement et dispose d'une accréditation COFRAC (Comité Français d'Accréditation) pour la mesure des paramètres tant radiologiques que chimiques ; cette accréditation couvre également la mesure de la radioactivité dans les effluents. Enfin, le Laboratoire Dosimétrie Expertises (LDE) situé sur le site CEA de Saclay, également accrédité COFRAC, réalise les mesures du débit de dose sur les dosimètres implantés dans les stations autour du site CEA de Fontenay-aux-Roses et en limite de clôture du site.



Prélèvements d'herbe



*Mesures des aérosols
sur filtre*



Station de surveillance de l'environnement

Suite au regroupement en 2017 des sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses dans un centre unique CEA Paris-Saclay, les moyens et les ressources du SPRE ont été mutualisés. Aussi, les analyses des échantillons prélevés au titre de la surveillance environnementale du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont désormais réalisées dans les laboratoires du SPRE sur le site CEA de Saclay, sauf les analyses relatives au contrôle des rejets, effectuées sur le site de Fontenay-aux-Roses.

Pour mémoire, depuis décembre 2012, en application de l'article 4.4.2 de l'« Arrêté INB », les données concernant la surveillance de l'environnement et le contrôle des rejets du site CEA de Fontenay-aux-Roses font l'objet d'une publication mensuelle (registre) à l'attention de l'ASN avec copie à la Commission locale d'information (CLI) auprès du site CEA de Fontenay-aux-Roses. A noter également que depuis le 1^{er} janvier 2010, au titre de l'article R.1333-25 du Code de la Santé Publique, les données relatives à la surveillance de l'environnement du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont consultables en ligne sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) : <http://www.mesure-radioactivite.fr>.

3 FAITS MARQUANTS ENVIRONNEMENTAUX

3.1 INSPECTIONS ET AUDITS

3.1.1 Contrôles de la Société des Eaux de Versailles et de Saint Cloud

Conformément à son programme de surveillance des rejets d'eaux usées industrielles au réseau public d'assainissement, la Société des eaux de Versailles et de Saint Cloud (SEVESC) a réalisé sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses plusieurs contrôles inopinés et visites techniques au cours de l'année 2023 avec un prélèvement sur 24h pour la première visite.

Les flux journaliers des paramètres physico-chimiques restent en deçà des flux maxima autorisés, y compris pour la DCO (Demande Chimique en Oxygène) et DBO₅ (Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours) prises séparément dont les concentrations sont toujours inférieures aux concentrations limites réglementaires respectives.

3.1.2 Inspection ASN

Une inspection ASN sur le thème des effluents et rejets liquides a eu lieu en décembre 2023 sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses.



Surveillance en continu des émetteurs $\gamma\beta$ de l'égout urbain et prélèvements de boues

3.1.3 Evaluation COFRAC

Le Laboratoire d'analyses radiologiques et physicochimique (LARP) du SPRE agréé par l'ASN pour les mesures de radioactivité dans l'environnement est également accrédité par le Comité Français d'accréditation (COFRAC) suivant la norme NF EN ISO/IEC 17025 pour plusieurs mesures radiologiques. Les accréditations du laboratoire sont consultables sur le site du COFRAC : www.cofrac.fr.

A ce titre, le LARP est régulièrement évalué par ce comité suivant un cycle bien défini. La dernière évaluation de surveillance COFRAC qui s'est déroulée en avril 2023 n'a relevé aucun écart critique. Les évaluateurs du COFRAC ont exprimé leur confiance dans les résultats délivrés par le laboratoire ainsi qu'un avis favorable aux demandes d'extension d'accréditation.

3.2 ANOMALIES ET INCIDENTS

Toute anomalie ou incident relatif à la surveillance de l'environnement et au contrôle des rejets du site CEA de Fontenay-aux-Roses fait l'objet de fiche d'écart dans le système qualité du SPRE.

Les principales anomalies récurrentes détectées en 2023 concernent des non-conformités de mesure en paramètres physico-chimiques par rapport aux valeurs limites autorisées par l'arrêté du 18 mai 2021 à l'émissaire 17 et par la convention du 27 octobre 2015 à l'émissaire 55 (cf. tableau 8).

Il s'agit principalement :

- De non-conformités de pH pour la majeure partie basique (avec quelques dépassements acides) n'affectant pas la valeur de pH à l'égout urbain dans lequel les effluents de ces émissaires se déversent ;
- Des dépassements du rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅ généralement toujours très proches du ratio limite autorisé égal à 2,5 et sans dépassement des deux paramètres DCO et DBO₅ pris séparément ; ces ratios restent néanmoins inférieurs ou égaux à 3,5, ce qui correspond à des eaux usées urbaines et industrielles. Il est à noter cependant une valeur anormalement élevée qui a été identifiée comme un problème d'analyse.
- A noter également en 2023, deux dépassements ponctuels en MES (Matières en suspension) aux émissaires 17 et 55, et en phosphore total à l'émissaire 17, avec dépassement du flux maximal journalier autorisé pour ces deux paramètres physico-chimiques à l'émissaire 17. Comparée à 2022, l'année 2023 ne comptabilise plus de dépassements en azote, ni en traces métalliques.

Les causes potentielles de ces dépassements ponctuels physico-chimiques sont de plusieurs ordres et peuvent encore être liées en 2023 à :

- La nature même du rejet non traité en sortie de site (station de traitement en aval à l'extérieur du site).
- De faibles débits dans l'émissaire 55 pouvant en particulier expliquer le dépassement de pH.
- L'utilisation de détergent pour le nettoyage des installations pouvant en particulier expliquer la présence de phosphore dans l'émissaire 17 et les non-conformités en pH.
- Des prélèvements complémentaires ont permis de détecter sur la station FAR 2, la présence très localisée d'un léger marquage en radionucléides artificiels du sol à proximité du local de la station. Une activité massique en Américium-241 de 6,6 Bq/Kg sec et de 10 Bq/kg sec en Césium-137 a en effet été mesurée en surface. Ces radionucléides proviennent des activités passées du site CEA de Fontenay-aux-Roses qui ont laissé un résiduel d'activité radiologique malgré l'assainissement de la station dans les années 1990. La caractérisation radiologique effectuée sur cette zone très localisée a permis de conclure à l'absence d'impact sanitaire sur la population et sur l'environnement, le débit de dose au contact de la terre contaminée étant inférieur à 1 micro Sievert. L'ASN et le préfet des Hauts-de-Seine ont été informés de ces résultats.

4 CONTROLE DES EAUX DE CONSOMMATION DU SITE

Dans le cadre de ces activités tertiaires et industrielles, le site CEA de Fontenay-aux-Roses consomme de l'eau potable issue du réseau d'eau de la ville.

En 2023, les volumes d'eau de ville consommés par les INB du site CEA de Fontenay-aux-Roses (cf. figure 7) représentent :

- 993 m³ pour l'INB 165,
- 365 m³ pour l'INB 166.

Ces volumes d'eau consommés sont inférieurs au prévisionnel estimé pour l'INB 165 à 1000 m³ et pour l'INB 166 à 600 m³.

Le site ne réalise aucun prélèvement d'eau souterraine à l'exception des échantillons mensuels de la nappe perchée destinés aux analyses environnementales réglementaires. Le volume d'eau prélevé est de l'ordre de 13 m³/an, ce volume représente essentiellement le volume de purge avant prélèvement.

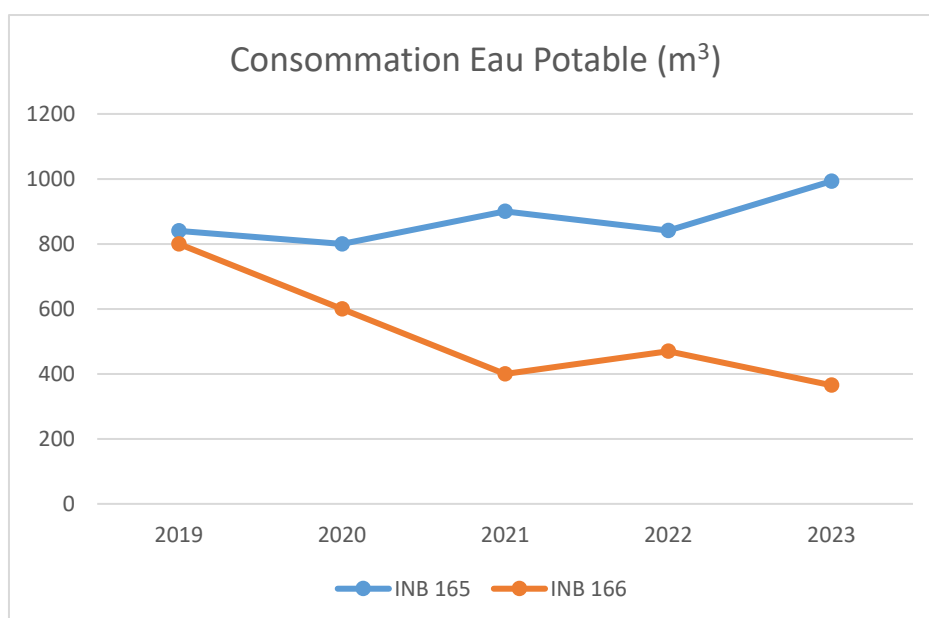


Figure 7 : Consommation en eau potable du site CEA de Fontenay-aux-Roses de 2019 à 2023

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses préserve donc sa ressource en eau d'une part en utilisant annuellement des volumes inférieurs à ceux prévus et d'autre part en limitant ses prélèvements dans les eaux souterraines au juste besoin de surveillance environnementale réglementaire.

5 LE CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS DU SITE

5.1 REJETS DES EFFLUENTS ATMOSPHERIQUES

Les rejets atmosphériques du site proviennent pour l'essentiel de la ventilation « procédés » des installations nucléaires. Les gaines de ventilations INB 165 et 166 sont équipées de filtres dits THE (Très Haute Efficacité) et de systèmes de prélèvement d'air sur filtre permettant de faire des mesures en continu et en différé.

Cadre réglementaire

Les valeurs limites réglementaires annuelles fixées par l'arrêté interministériel de 1988 (cf. § 2.3), relatif aux rejets d'effluents radioactifs par voie atmosphérique sont indiquées dans le *Tableau 1*.

Paramètres	Rejets annuels maximaux autorisés (MBq)
Gaz rares	$2 \cdot 10^7$
Halogènes et aérosols*	10^4

*aérosols = émetteurs alpha et bêta

Tableau 1 : Valeurs limites annuelles prescrites dans l'arrêté du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux du site CEA de Fontenay aux-Roses

Prévision des rejets atmosphériques des INB

Comme prévu par la « Décision environnement » en application de l'« Arrêté INB », chaque INB du site CEA de Fontenay-aux roses, fixe ses limites prévisionnelles de rejets. Pour l'année 2022, les prévisions de rejets par voie atmosphérique des INB 165 et 166 sont présentées dans le *Tableau 2*. Elles sont bien en dessous des limites réglementaires compte tenu de l'arrêt d'exploitation des INB.

	INB165	INB166
	Bât.18 et 52	Bât.10, 50, 53 et 58
Radioéléments	Activité annuelle (MBq)	Activité annuelle (MBq)
Gaz rares (éq. ^{85}Kr)	$< 3 \cdot 10^6$	Sans objet
Aérosols Bêta	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
Halogènes	1	Sans objet

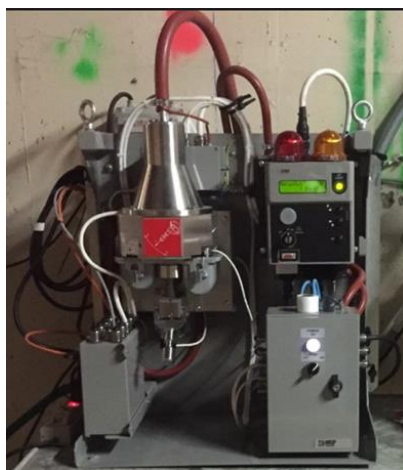
Tableau 2 : Limites prévisionnelles de rejets des INB 165 et 166 pour 2023

Surveillance en temps réel des rejets atmosphériques des INB

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

Les dispositifs de mesure en continu de la radioactivité sont placés dans les cheminées de rejets des circuits d'extraction « procédés » 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. Les 9 émissaires des INB sont 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 systématique de rejets de gaz rares.

Aucun dépassement des seuils d'alarme de la surveillance en continu n'a été détecté en 2023.



Appareil de surveillance atmosphérique en continu

Surveillance en différé des rejets atmosphériques des INB

Les activités mensuelles des aérosols bêta et des halogènes, mesurées sur les effluents atmosphériques sont représentées sur le graphe de la *Figure 8*.

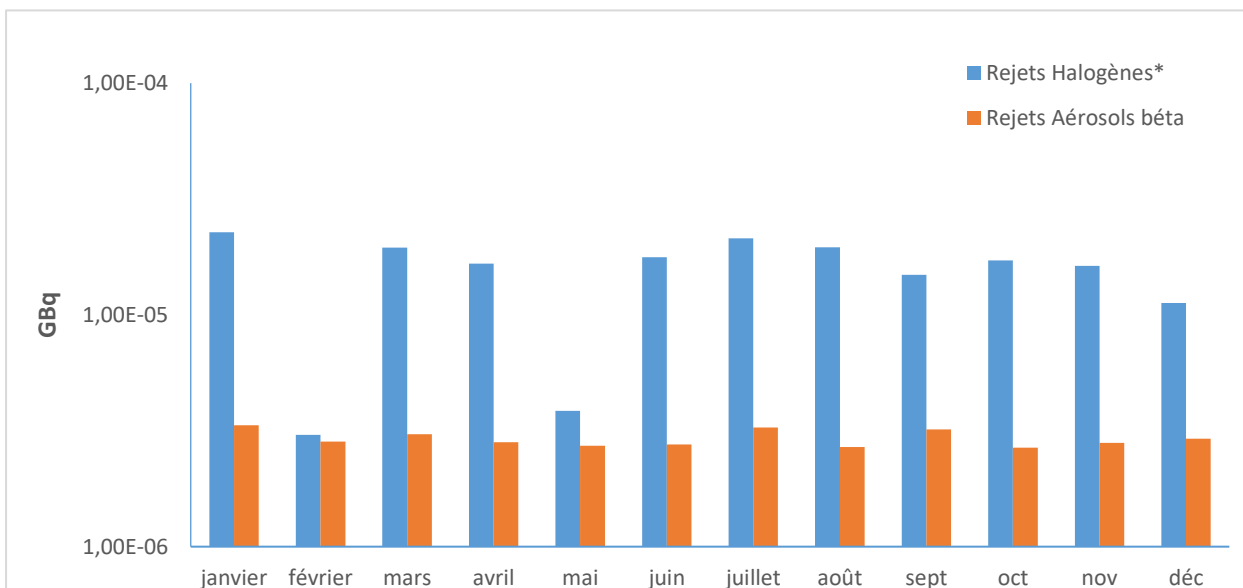


Figure 8 : Rejets atmosphériques des INB au regard du prévisionnel annuel

Les INB rejettent mensuellement par voie atmosphérique moins de 10 % du prévisionnel annuel en activité bêta et en halogènes (cf. *Tableau 2*), ce qui est largement très inférieur aux limites réglementaires de l'arrêté interministériel de mars 1988 (cf. *Tableau 1*) qui régleme les autorisations de rejets atmosphériques du site.

La figure 8 montre que les activités des rejets atmosphériques en aérosols émetteurs bêta sont également stables d'un mois sur l'autre avec une moyenne mensuelle sur 2023 de $2,96 \cdot 10^{-6}$ GBq (soit 2 930 Bq). Ces activités correspondent en majorité à un cumul de SD (Seuil de Décision). Les quelques mesures détectées supérieures au SD pour les aérosols émetteurs bêta n'ont pas montré la présence de radioéléments artificiels après mesures par spectrométrie gamma. Concernant les rejets en halogènes composés uniquement d'iode-131 et d'iode-129, il s'agit également de cumul de SD sauf pour l'iode-129 qui est majoritairement mesuré supérieur au SD. Compte tenu de leur probable origine, ces rejets peuvent donc être variables d'un mois sur l'autre, avec des valeurs comprises pour 2023 entre $3,06 \cdot 10^{-6}$ et $2,28 \cdot 10^{-5}$ GBq, soit entre 3 060 Bq et 22 800 Bq.

Cette variabilité d'émission s'observe sur la figure n° 9, avec des activités en halogènes aux mois de février et mai 2023 plus faibles en raison de l'absence de détection d'iode-129.

A noter que les rejets d'aérosols bêta sont sous-estimés pour les mois d'octobre et de novembre 2023 en raison d'une interdiction d'accès aux combles de la tranche 3 du bâtiment 18 (cf. figure 4) liée à un

chantier amiante en cours ; cette impossibilité de prélèvements hebdomadaires (9 semaines en fin d'année 2023) a fait l'objet d'une déclaration d'un événement significatif auprès de l'ASN³.

Nota : en mesure nucléaire, le seuil de décision est la valeur au-delà de laquelle il est possible de décider que l'activité mesurée est significative d'une présence avérée de radioactivité dans l'échantillon mesuré ; le résultat est alors rendu sous la forme d'une activité exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière, à laquelle est associée une incertitude de mesure. Lorsque le résultat est inférieur à cette valeur de seuil de décision (également exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière), cela signifie que l'activité mesurée n'est alors pas significative. La valeur de ce seuil est déterminée par le laboratoire de mesure ; elle dépend entre autres de l'équipement de mesure, du temps et de la géométrie de comptage de l'échantillon ainsi que de la quantité à mesurer.

Les activités annuelles des aérosols bêta et des halogènes, mesurées sur les effluents atmosphériques depuis 2019 sont représentées sur le graphe de la Figure 9

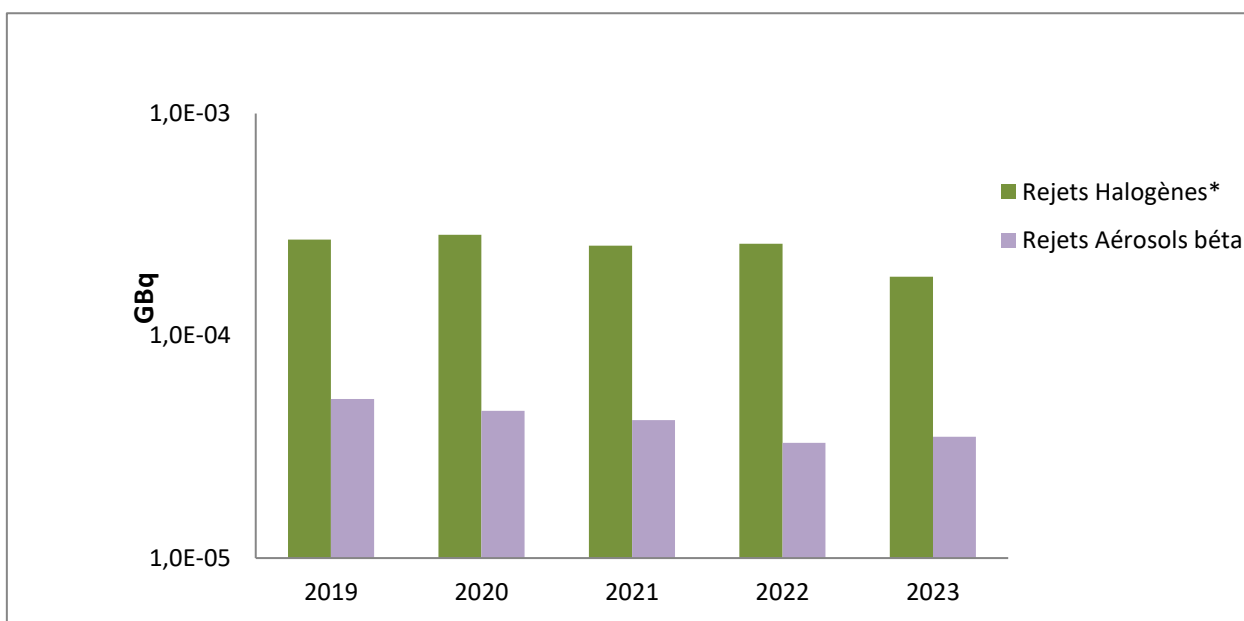


Figure 9 : Rejets atmosphériques des INB depuis 2019

³ CEA/P-SAC/CCSIMN/2023/577 du 24/10/2023

5.2 TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES

Cadre réglementaire

Limites réglementaires radiologiques dans l'égout urbain

L'arrêté interministériel d'autorisation de 1988 (cf. §2.3) relatif au transfert d'effluents liquides dans l'égout urbain (cf. *Tableau 3*) impose 2 types de limites radiologiques :

- Les transferts annuels totaux de l'ensemble des cuves provenant des INB ;
- La concentration après mélange dans l'égout collecteur.

Paramètres	Transferts maximaux autorisés des cuves des INB (en MBq/an)	Activité volumique maximale après mélange dans l'égout collecteur (en Bq/m ³)
Tritium	2.10 ⁵	5. 10 ⁵
Emetteurs bêta (autres que tritium)	4. 10 ⁴	2. 10 ⁴
Emetteurs alpha	1000	

Tableau 3 : Valeurs limites annuelles prescrites dans l'arrêté du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides du site CEA de Fontenay aux-Roses

Limites réglementaires physico-chimiques dans les émissaires

L'arrêté interministériel d'autorisation de mars 1988 (cf. § 2.3) pour le transfert des effluents des émissaires 17 et 55 vers l'égout urbain ne prévoit pas à l'heure actuelle de valeurs limites pour les paramètres physico-chimiques. Les valeurs limites seront intégrées prochainement à la nouvelle décision ASN en cours de révision (cf. § 2.3). Aussi, dans le présent rapport, ce sont celles de l'arrêté d'autorisation de déversement et de la Convention de raccordement au réseau d'assainissement qui sont utilisées pour le contrôle des transferts. Les valeurs limites qui concernent des concentrations et des flux journaliers, sont présentées dans le *Tableau 4*.

Paramètres	Concentration maximale en mg/l	Flux journalier maximum en kg/jour
Matières en suspension (MES)	600	90
Demande chimique en oxygène (DCO)	2 000	300
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	800	120
Azote total Kjeldhal (NTK)	150	22,5
Phosphore total (Ptot))	50	7,5
Hydrocarbures totaux (IH)	10	1,5
Cyanures (CN)	0,1	0,015
Fluorures (F)	15	2,25
Fer+ Aluminium (Fe+Al)	5	0,75
Cuivre (Cu)	0,5	0,075
Zinc (Zn)	2	0,3
Nickel (Ni)	0,5	0,075
Plomb (Pb)	0,5	0,075
Chrome total (Cr)	0,5	0,075
Cadmium (Cd)	0,2	0,03
Indice phénol	0,3	0,045
Agents de surface anioniques	10	1,5

Tableau 4 : Valeurs limites réglementaires physico-chimiques autorisées dans les émissaires du site

Gestion des effluents liquides du site

L'essentiel des effluents du site CEA de Fontenay-aux-Roses provient des eaux pluviales et des eaux sanitaires. Par ailleurs, l'élimination des produits chimiques est faite après un tri effectué par le producteur en fonction des filières d'élimination appropriées, avec traçabilité du tri et des évacuations. Les éléments chimiques contenus dans les cuves de laboratoires de recherche et des installations en cours d'assainissement sont contrôlés avant rejet et ne doivent pas dépasser les valeurs limites prescrites par l'arrêté du 18 mai 2021 pour l'émissaire 17 et par la convention du 27 octobre 2015 pour l'émissaire 55.

Des stations de contrôles sont implantées au niveau des émissaires 17 et 55. Elles sont équipées d'un échantillonneur d'effluents, d'un dispositif pour le contrôle de radioactivité par mesure gamma et d'un pH-mètre.

Une station de contrôle 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 prélèvements en continu qui permet de recueillir les échantillons représentatifs des effluents. Ces échantillons font l'objet d'analyses de routine au laboratoire.

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).



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



Mesures en continu de spectrométrie gamma aux émissaires EU, 17 et 17bis

Nota : le terme « rejets liquides » est utilisé à plusieurs reprises dans le présent rapport dans la mesure où il est communément usité. Cependant, d'un point de vue réglementaire, il s'agit de transferts d'effluents vers l'égout urbain et non de rejets directs dans l'environnement.

Les concentrations maximales des différents paramètres physico-chimiques mesurées en 2023, sur les prélèvements mensuels réalisés au niveau des émissaires 17 et 55 du site, sont présentées dans le tableau 5 au regard des valeurs limites réglementaires à respecter pour chacun d'entre eux ; ce tableau présente également le nombre de dépassements réglementaires observé dans l'année pour chaque paramètre.

Le nombre de dépassements ponctuels reste relativement faible sur l'année et n'a pas d'impact sur l'environnement. Même si le ratio DCO/DBO₅ est le plus fréquemment dépassé, les concentrations en DCO et DBO₅ restent inférieures aux seuils limites.

EMISSAIRES			EM 17		EM 55	
Paramètres	Unités	Seuils	Maximale annuelle	Nombre de Dépassement	Maximale annuelle	Nombre de Dépassement
pH	/	5,5 < 8,5	8,2	–	8,8	3
MES	mg/l	600	630	1	880	1
DCO	mg O ₂ /l	2000	920	–	740	–
DBO ₅	mg O ₂ /l	800	450	–	350	–
DCO/DBO ₅	/	2,5	2,9	4	12	5
Azote Kjeldahl	mg N/l	150	70	–	140	–
Phosphore total	mg P/l	50	70	1	17	–
Hydrocarbures totaux	mg/l	10	0,27	–	0,20	–
Cyanures	mg/l	0,1	0,01	–	0,017	–
Fluorures	mg/l	15	0,24	–	0,19	–
Fer + alu	mg/l	5	2,4	–	2,0	–
Cuivre	mg/l	0,5	0,30	–	0,21	–
Zinc	mg/l	2	0,35	–	0,46	–
Nickel	mg/l	0,5	0,02	–	0,020	–
Plomb	mg/l	0,5	0,04	–	0,015	–
Chrome	mg/l	0,5	0,04	–	0,020	–
Cadmium	mg/l	0,2	0,002	–	0,002	–
Agents de surface anionique	mg/l	10*	0,5	–	0,40	–
Indice phénol	mg/l	0,3	0,01	–	0,010	–

Tableau 5 : Concentrations maximales des différents paramètres physico-chimiques mesurées en 2023

Le tableau 6 montre pour 2023 que les activités annuelles totales des transferts d'effluents liquides dans l'égout urbain en aérosols alpha, bêta et en tritium sont extrêmement faibles, puisqu'elles représentent chacune moins de 0,02 % de leur valeur annuelle autorisée. Les effluents liquides n'étant pas rejetés directement dans l'environnement, mais transférés dans l'égout urbain, aucun prévisionnel n'est effectué car non requis pour le transfert au SIAAP par l'arrêté du 18 mai 2021 ou par la convention du 27 octobre 2015.

Nature des radioéléments	Emetteurs alpha (GBq)	Emetteurs Bêta (GBq)	Tritium (GBq)
Autorisation réglementaire	1	40	200
Quantité de radioactivité rejetée en 2023 (GBq)	1,77E-04	2,71E-04	3,44E-03

Tableau 6 : Activités radiologiques des effluents liquides en 2023

La figure 10 montre une stabilité de l'activité rejetée en émetteurs alpha et bêta depuis la baisse observée en 2019 et 2020 du fait d'activité d'assainissement plus orientée vers du traitement de déchets.

En 2023, les effluents liquides du site CEA de Fontenay-aux roses ont présenté une activité de $1,77 \cdot 10^{-4}$ GBq en émetteurs alpha, et de $2,71 \cdot 10^{-4}$ GBq en émetteurs bêta.

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses n'ayant plus d'impact tritium, l'activité rejetée en tritium visualisée est proportionnelle au volume rejeté, puisque l'activité mesurée en tritium dans les effluents correspond à l'activité déjà présente dans l'eau de ville fournie au site CEA.

Par conséquent, l'augmentation apparente d'un facteur 3 en activité tritium constatée entre 2022 avec $1,2 \cdot 10^{-3}$ GBq et 2023 avec $3,4 \cdot 10^{-3}$ GBq, n'est pas liée aux activités du site, mais au volume rejeté qui a augmenté de 38 % entre 2022 et 2023, à savoir 339 m³ contre 210 m³ en 2022 (cf. figure 11).

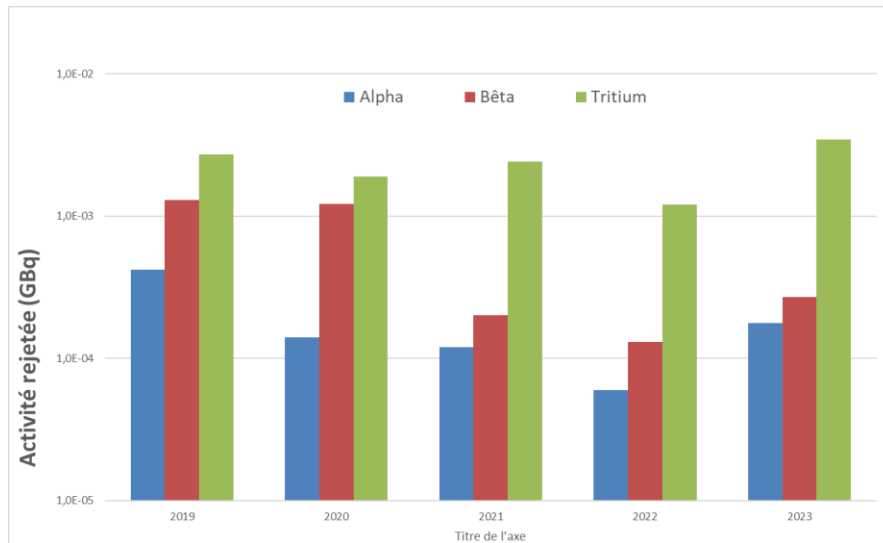


Figure 10 : Evolution des activités radiologiques annuelles des effluents liquides de 2019 à 2023

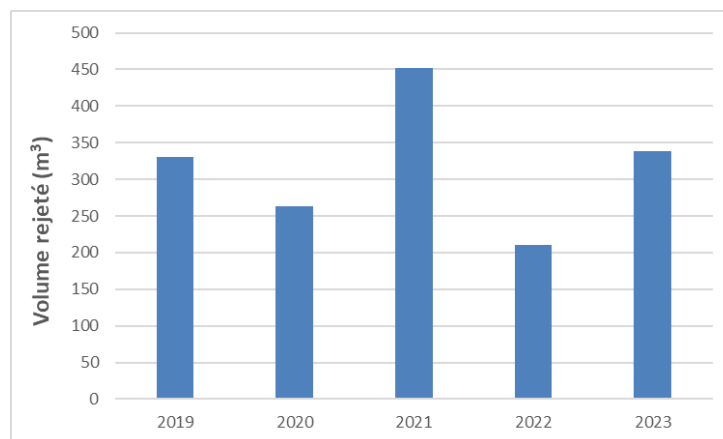


Figure 11 : Evolution des volumes d'effluents liquides rejetés à l'égout urbain de 2019 à 2023

Nota : l'activité alpha présentée au niveau du tableau 6 et des figures 10 et 12 est celle calculée sur la base de l'activité en Am-241, seul radionucléide artificiel émetteur alpha du spectre de référence des INB du site, détecté avec un SD de l'ordre de 10^{-3} Bq/L⁴.

Nota : la valeur élevée du volume transféré en 2021 peut s'expliquer par des transferts d'effluents prévus en 2020 et reportés en raison de la pandémie de Covid-19.

La figure 12 montre que le volume de 339 m³ rejeté dans l'égout urbain en 2023 a pour origine neuf rejets mensuels de cuves présentant des activités comprises entre $7 \cdot 10^{-7}$ GBq et $8 \cdot 10^{-5}$ GBq en émetteur alpha, ainsi qu'entre $7 \cdot 10^{-5}$ GBq et $9 \cdot 10^{-5}$ en émetteur bêta. Cette variabilité mensuelle dépendant de la nature des activités de démantèlement menées au sein des INB.

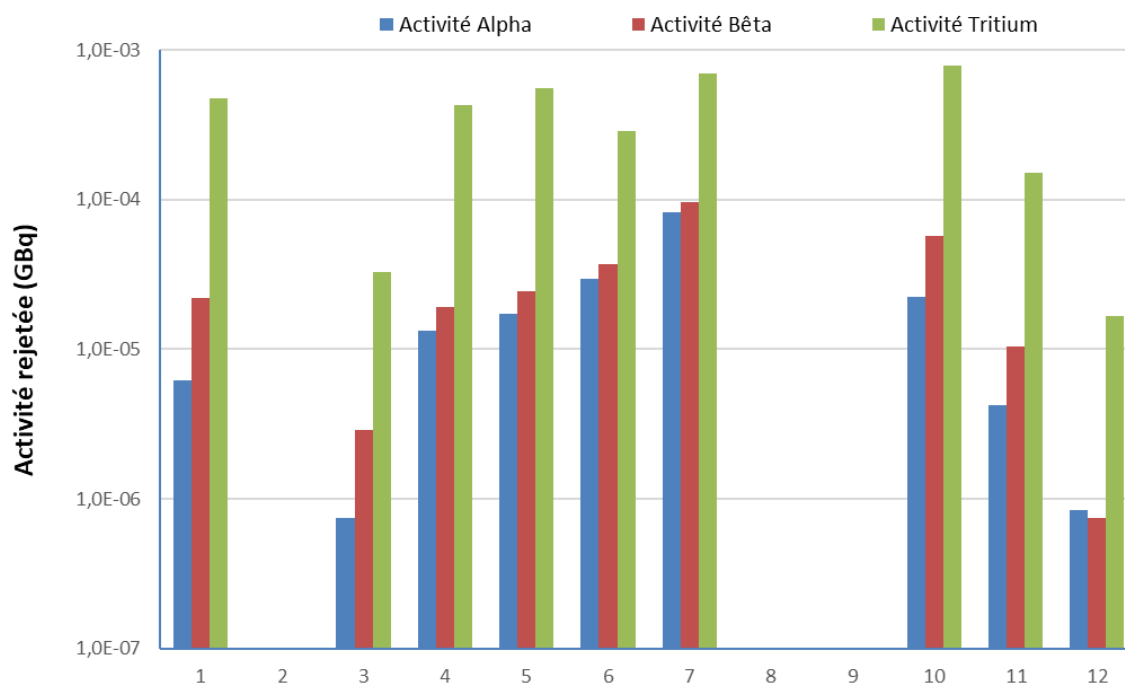


Figure 12 : Evolution mensuelle des rejets liquides radiologiques en 2023

⁴ DRF/FAR/USPS/SPRE/L2SE du 15/05/2017 – Dossier de justification en vue de la modification des valeurs limites de rejets des INB du site CEA de Fontenay-aux-Roses et des modalités de leur surveillance de l'environnement.

6 LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

6.1 CADRE REGLEMENTAIRE

Les prescriptions individuelles du site CEA de Fontenay-aux-Roses (cf. § 2.3) n'indiquent pas de valeurs limites réglementaires pour les paramètres radiologiques de la surveillance de l'environnement (cf. tableau 10). Néanmoins la « décision environnement » homologuée prescrit les seuils de décision pertinents à atteindre suivant les meilleures techniques disponibles (MDT) au regard des enjeux pour la protection des intérêts, que sont notamment la population et son environnement. Il s'agit donc de niveaux d'activité proportionnés aux enjeux, seuils « repères » appropriés pour les objectifs de la surveillance usuelle de l'environnement, et en dessous desquels les résultats de mesures ne présentent pas d'intérêt pour cette dernière.

MATRICE	MESURE	UNITE	SD
EAU	α Total	Bq/L	$5 \cdot 10^{-2}$
	β Total		$2,5 \cdot 10^{-1}$
	^3H		10
AIR	α Total ⁽¹⁾	mBq/m ³	$5 \cdot 10^{-1}$
	β Total ⁽¹⁾		$2,5 \cdot 10^{-1}$
	γ ⁽²⁾		$5 \cdot 10^{-2}$
BIO	γ (^{137}Cs) ⁽³⁾	Bq/kg	$5 \cdot 10^{-1}$

(1) Pour un prélèvement de 24 heures.

(2) Valeur donnée pour le ^{137}Cs ; dans le cas d'un regroupement filtre, cette valeur est portée à 10^{-5} Bq/m³.

(3) En Bq/kg frais pour une matrice biologique consommée ; en Bq/Kg sec pour une matrice biologique non consommée.

Tableau 11 : Seuils de décision prescrits par la « décision environnement » au regard des enjeux environnementaux

Concernant le débit d'équivalent de dose, le seuil utilisé est celui du bruit de fond augmenté de 0,114 $\mu\text{Sv/h}$ afin de garantir le respect de la limite de dose annuelle réglementaire pour la population.

Le laboratoire d'essais de surveillance de l'environnement du site CEA de Fontenay-aux-Roses a des performances analytiques qui respectent les seuils de décision du tableau 11 pour les différents échantillons prélevés dans l'environnement du site.

6.2 SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

La surveillance de l'air est effectuée à partir des 4 stations de surveillance : ATMOS, FAR2, CLAMART et BAGNEUX (cf. figure 6 au § 2.5). Les stations sont équipées de dispositifs pour :

- La mesure en différé des activités alpha et bêta des poussières atmosphériques collectées sur filtres après décroissance des radionucléides naturels,
- La recherche d'halogènes sur les cartouches de prélèvements (pour ATMOS et FAR 2 uniquement),
- La mesure de l'irradiation ambiante ; ce dispositif est complété de mesures de l'irradiation ambiante tout autour de la clôture du site.

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. Une mesure en différé est réalisée en laboratoire 8 jours après le prélèvement afin de limiter au maximum la contribution des radionucléides naturels à vie courte que sont le radon et certains de ses descendants, ce qui permet de mieux identifier d'éventuels radionucléides artificiels.

Les figures 13 et 14 présentent les moyennes mensuelles calculées sur l'ensemble des résultats journaliers de mesures en émetteurs alpha et bêta, effectuées au niveau des stations atmosphériques de surveillance de l'environnement.

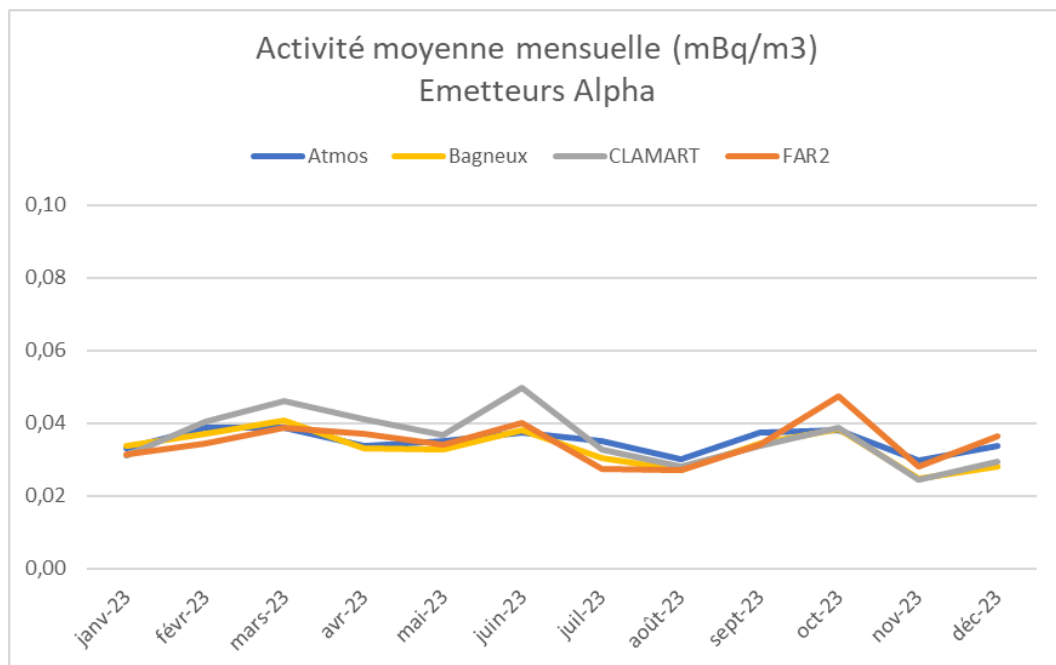


Figure 13 : Activités moyennes mensuelles 2023 en émetteurs alpha au niveau des stations de surveillance atmosphérique

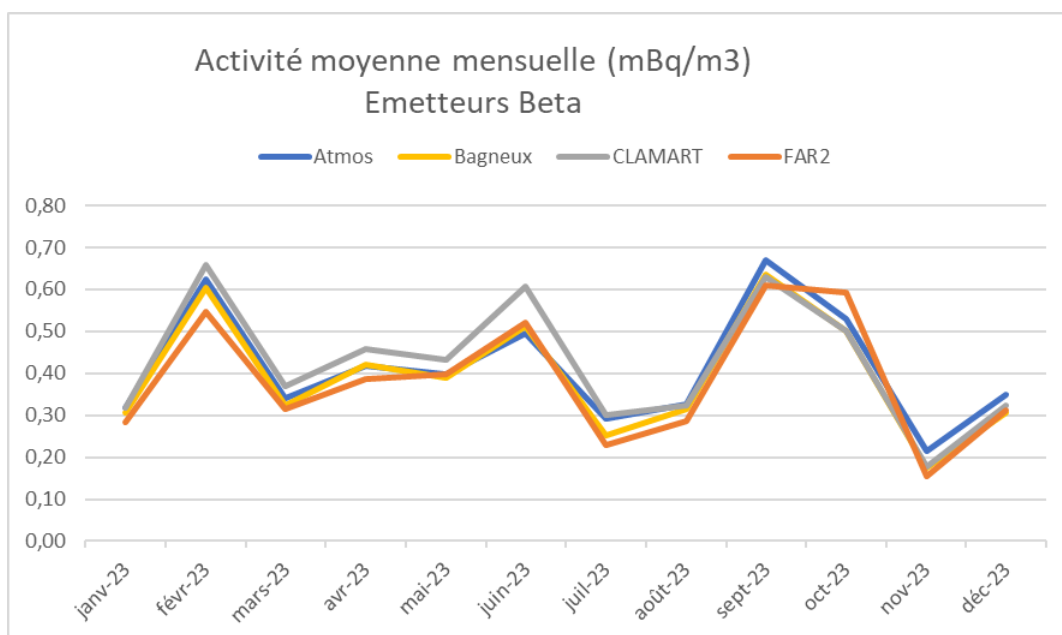


Figure 14 : Activités moyennes mensuelles 2023 en émetteurs bêta au niveau des stations de surveillance atmosphérique

Nota : 1 Nm³ représente 1m³ de gaz à la pression atmosphérique.

La valeur moyenne mensuelle maximum de radioactivité en émetteurs alpha obtenue en 2023 sur les aérosols des stations de l'environnement du CEA de Fontenay-aux-Roses est celle du mois de juin (cf. figure 13), calculée à 0,046 mBq/Nm³. Par conséquent, les niveaux moyens de radioactivité en émetteurs alpha des aérosols mesurés au niveau des stations sont bien inférieurs aux seuils de décision prescrits pour les mesures dans l'air de ces émetteurs par la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1).

Les valeurs moyennes de radioactivité en émetteurs bêta obtenues en 2023 sur les aérosols des stations de l'environnement du CEA de Fontenay-aux-Roses oscillent entre la valeur de 0,16 mBq/Nm³ mesurée en novembre et 0,67 mBq/Nm³ mesurée en septembre 2023 (cf. figure 14). Ces niveaux moyens de radioactivité en émetteurs bêta des aérosols mesurés au niveau des stations sont sensiblement supérieurs aux seuils de décision prescrits pour les mesures dans l'air de ces émetteurs par la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1).

Les valeurs significatives en émetteurs bêta restent liées aux radionucléides naturels non éliminés après 8 jours de décroissance avant mesure des filtres. Les fluctuations observées identiques d'une station à l'autre confirment que ces résultats ne sont pas liés aux rejets du site CEA de Fontenay-aux-Roses, mais reflètent les variations naturelles du taux d'émanation radon et de l'empoussièremement de l'air.

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 2023, l'activité volumique en ^{131}I est restée systématiquement inférieure au seuil de décision du laboratoire d'essai, soit $< 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ (pour un volume moyen de 500 m^3 et une période classique de 7 jours), seuil bien inférieur à celui prescrit par la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1).

Aucune trace d'autres iodes n'a donc été mise en évidence au niveau des deux stations environnementales du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

L'irradiation ambiante

Aux alentours du site

L'exposition ambiante mesurée dans les stations de surveillance atmosphérique de l'environnement (ATMOS, FAR2, BAGNEUX et CLAMART et) est réalisée :

- En continu par l'enregistrement du signal des balises irradiation (sondes gammaTracer),
- En différé par le suivi mensuel des dosimètres RPL (RadioPhotoLuminescents).



Dosimètre RPL



Sonde gammaTracer

Le tableau 12 présente les débits d'équivalent de dose ambiants moyens calculés pour l'année 2023 à partir des données issues de la balise irradiation et du dosimètre RPL situés dans chacune des stations de surveillance atmosphérique de l'environnement.

Débits d'équivalent de dose ambiants moyens ($\mu\text{Sv/h}$)					
	ATMOS	BAGNEUX	CLAMART	FAR2	Moyenne
Balises	0,077	0,075	0,081	0,086	0,080
RPL	0,064	0,064	0,074	0,075	0,069

Tableau 12 : Débits d'équivalent de dose ambiants mesurés au niveau des stations de surveillance atmosphérique de l'environnement

En 2023, le débit d'équivalent de dose ambiant moyen annuel calculé à partir des données issues de la mesure en continu des balises d'irradiation est de 0,080 $\mu\text{Sv/h}$, ce qui est comparable aux débits des années passées (cf. Figure 15).

Les niveaux d'irradiation mesurés par balises ou par dosimètres RPL sont du même ordre de grandeur et similaires à l'irradiation ambiante naturelle de la région parisienne. Les résultats de débit de dose ambiant des dosimètres RPL toujours légèrement inférieurs à ceux obtenus à partir des sondes gammaTracer, peuvent s'expliquer par :

- Leur position dans les stations de surveillance,
- Des mesures minimisées en deçà des 100KeV lorsqu'elles sont effectuées par les RPL du fait de la gamme de mesure plus large pour ces dosimètres (33keV \rightarrow 3MeV contre 45keV \rightarrow 2MeV pour les sondes gammaTracer),
- Des étalonnages effectués de manière différente notamment en énergie avec des traceurs différents (^{137}Cs pour les sondes gammaTracer et ^{60}Co pour les dosimètres RPL).

Dans tous les cas, les résultats des dosimètres RPL et des sondes gammaTracer sont compatibles aux incertitudes de mesure près.

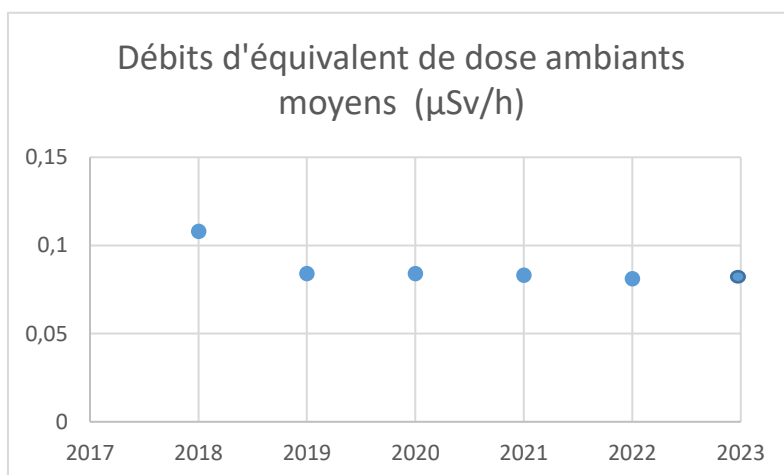


Figure 15 : Débits d'équivalent de dose ambiants moyens issus des mesures en continu des balises irradiation

Les débits d'équivalent de dose ambiants moyens mesurés en 2023 au niveau des stations de surveillance environnementales du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont bien inférieurs aux seuils prescrits par la « décision environnement » pour la protection de la population (cf. tableau 11 du § 6.1).

En limite du site

Le niveau d'irradiation ambiante est également mesuré au moyen de 11 dosimètres RPL disposés le long de la clôture du site CEA de Fontenay-aux-Roses (cf. figure 16) conformément aux arrêtés d'autorisation (cf. § 2.3). Le tableau 13 présente les débits d'équivalent de dose ambiants moyens calculés pour l'année 2023 à partir des données issues de ces dosimètres RPL.

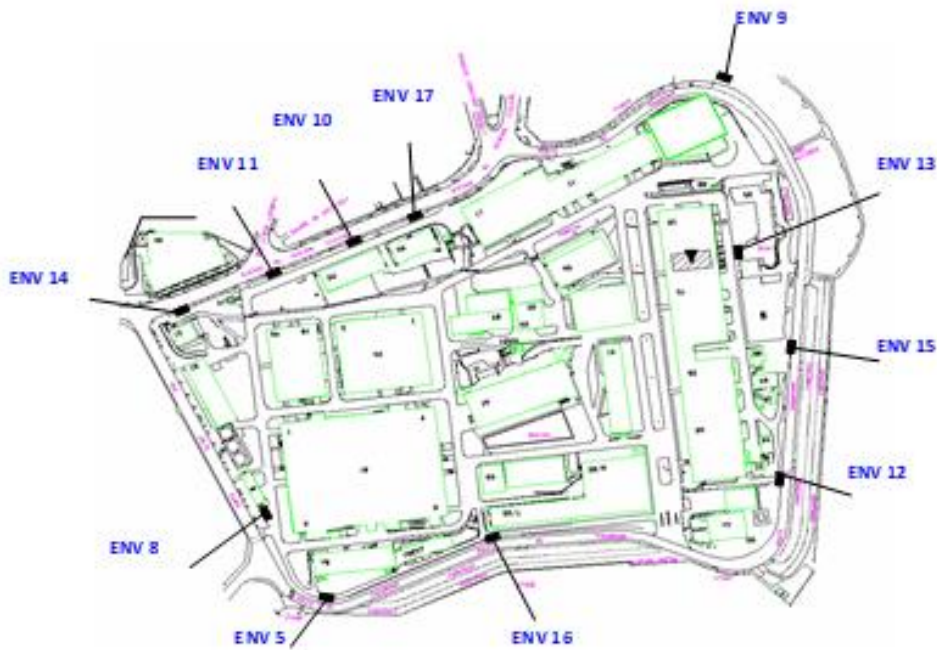


Figure 16 : Implantation des dosimètres RPL en clôture du site CEA de Fontenay-aux-Roses

	Débit d'équivalent de dose moyen ($\mu\text{Sv/h}$)
ENV5	0,073
ENV8	0,073
ENV9	0,074
ENV10	0,073
ENV11	0,071
ENV12	0,076
ENV13	0,073
ENV14	0,072
ENV15	0,072
ENV 16	0,077
ENV17	0,067
Moyenne clôture	0,073

Tableau 13 : Débits d'équivalent de dose ambiants mesurés en limite de site

Les débits d'équivalent de dose ambiants moyens mesurés en 2023 en limite du site CEA de Fontenay-aux-Roses sont bien inférieurs aux seuils prescrits par la « décision environnement » pour la protection de la population (cf. Tableau 11 du § 6.1). En effet, l'irradiation mesurée en périphérie du site est en moyenne de 0,073 $\mu\text{Sv/h}$, ce qui correspond au niveau de l'irradiation ambiante naturelle de la région parisienne.

6.3 SURVEILLANCE DES EAUX

Pluies

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

- Deux pluviomètres de 1 m² de surface, installés dans les stations ATMOS et FAR2 ; l'eau de pluie ainsi 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 m² de surface de collection, installés dans les stations de ATMOS et FAR2 pour le relevé de la hauteur des précipitations.

Le tableau 14 présente les hauteurs de pluie collectées mensuellement au niveau de stations ATMOS et FAR2 du site CEA de Fontenay-aux Roses, ainsi que leurs activités volumiques moyennes en émetteurs alpha, bêta et tritium mesurées sur 4 périodes hebdomadaires dans le mois.



Pluviomètre 1 m²



Pluviomètre 0,04 m² à lecture directe

	Station FAR ATMOS				Station FAR2		
	Hauteur de pluie (mm)	Activité volumique moyenne (Bq/L)			Hauteur de pluie (mm)	Activité volumique moyenne (Bq/L)	
		Alpha	Bêta	Tritium		Alpha	Bêta
Janvier	64	< 0,014	0,065	< 3,7	67	< 0,014	0,061
Février	11	0,032	0,29	< 3,6	12	0,014	0,058
Mars	57	0,057	0,12	< 3,0	60	0,021	0,063
Avril	72	0,022	0,097	< 3,0	77	0,016	0,082
Mai	67	0,017	0,11	< 3,1	68	< 0,013	0,066
Juin	41	0,028	0,22	< 3,2	39	< 0,013	< 0,041
Juillet	102	0,02	0,25	< 3,3	88	0,016	0,063
Août	64	< 0,018	0,1	< 2,7	66	< 0,016	0,072
Septembre	52	< 0,015	0,089	< 3,2	51	< 0,017	0,19
Octobre	105	< 0,015	0,23	< 3,4	106	< 0,014	0,054
Novembre	101	< 0,013	0,15	< 3,2	107	< 0,012	0,039
Décembre	91	0,018	0,065	< 3,3	96	< 0,014	0,056
Moyenne annuelle	Total = 823	0,022	0,15	< 3,2	Total = 836	0,015	0,070

Tableau 14 : Hauteurs et activités radiologiques moyennes des pluies collectées dans les stations ATMOS et FAR2 du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Nota : Pour chaque paramètre radiologique, le résultat du calcul de la moyenne des activités volumiques mesurées sur les 4 périodes hebdomadaires de chaque mois est affiché comme étant « inférieur à » dès lors qu'une activité volumique sur l'une des 4 périodes hebdomadaires est mesurée comme étant inférieure au seuil de décision (SD) du laboratoire de mesure.

En 2023, les émetteurs alpha ont une activité volumique moyenne annuelle égale à 0,022 Bq/L à la station ATMOS et 0,015 Bq/L pour la station FAR2, avec des moyennes mensuelles très peu dispersées autour de cette valeur. L'activité volumique moyenne mensuelle maximale calculée étant de 0,057 Bq/L au niveau de la station ATMOS en mars. Pour les émetteurs bêta, l'activité volumique moyenne annuelle des stations est proche de 0,1 Bq/L avec une activité volumique moyenne mensuelle

maximale égale à 0,29 Bq/L en février au niveau de la station ATMOS. Les mesures en tritium sont quant à elles systématiquement inférieures au seuil de décision du laboratoire de mesures.

Les niveaux d'activités mesurés sont en majorité inférieurs aux seuils prescrits par la « décision environnement » pour la protection de la population (cf. Tableau 11 du § 6.1) ou restent compatibles à ce dernier aux incertitudes près. Ceux obtenus à plus bas niveaux en tritium par le laboratoire d'essais montrent l'absence de ce radionucléide dans l'eau de pluie.

Eaux de surface et sédiments

Des prélèvements réguliers sont effectués dans les plans d'eau (étangs, bassin et lac) dans l'environnement proche du site CEA de Fontenay-aux-Roses (cf. figure 17) jusqu'à une distance d'environ 6 km pour les plus éloignés du site.

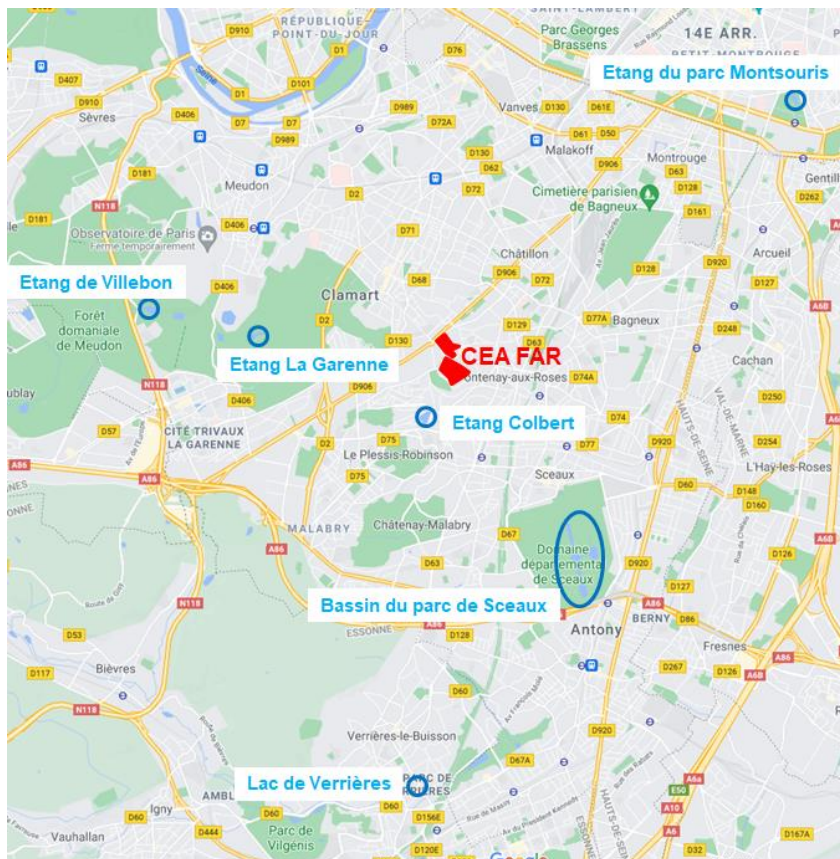


Figure 17 : Localisation des plans d'eau prélevés pour surveillance autour du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Etang Colbert

Les eaux de surface sont prélevées mensuellement à l'étang Colbert. Il s'agit d'un petit plan d'eau artificiel, situé sur la commune du Plessis-Robinson. Initialement créé comme simple retenue d'eau pluviale pour subvenir aux besoins du domaine de Sceaux, il est aujourd'hui aménagé en étang de pêche.

L'Étang Colbert :



Plan d'eau de l'étang Colbert

Le tableau 15 présente les activités volumiques radiologiques mesurées depuis 2018 dans les eaux de cet étang situé à moins de 500 m du site de Fontenay-aux-Roses (cf. Figure 18).

	Activités volumiques de l'étang Colbert (Bq/L)		
	Alpha	Bêta	Tritium
2018	0,09	0,12	< 4,0
2019	0,08	0,14	< 3,3
2020	0,07	0,14	< 3,1
2021	0,05	0,13	< 3,6
2022	0,07	0,16	< 3,4
2023	0,06	0,13	< 3,2

Tableau 15 : Activités volumiques mensuelles des eaux de l'étang Colbert en émetteurs alpha, bêta et en tritium

Les activités volumiques de l'étang Colbert mesurées en 2023 sont stables par rapport aux années précédentes.

Les activités volumiques mesurées en 2023 en tritium et en émetteurs bêta sont inférieures aux seuils correspondants prescrits par la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1). Celles obtenues

à plus bas niveaux en tritium par le laboratoire d'essais montrent l'absence de ce radionucléide dans les prélèvements d'eau de l'étang Colbert.

Nota : le site CEA de Fontenay-aux-Roses n'ayant plus de rejet tritié, il ne peut par conséquent pas présenter d'impact tritium sur l'environnement.

L'activité volumique également obtenue à plus bas niveaux par le laboratoire d'essais en émetteurs bêta est représentative du niveau de potassium-40, à l'origine de la radioactivité naturelle ordinairement présente dans ces eaux. Concernant celle en émetteurs alpha légèrement supérieure au seuil de la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1), elle reste représentative des niveaux de radioactivité naturelle généralement présente dans l'eau du fait de la présence d'uranium. En effet, des mesures effectuées par spectrométrie gamma sur ces prélèvements d'eau de surface, toutes inférieures aux seuils de décision du laboratoire d'essais, indiquent l'absence de radioactivité artificielle.

En complément des prélèvements d'eau, un échantillonnage annuel de sédiments est également réalisé au niveau de l'étang Colbert. Le tableau 16 présente les activités radiologiques annuelles de ce sédiment depuis 2018.

Activités massiques des sédiments de l'étang Colbert (Bq/kg sec)							
	Alpha global	Bêta global	⁷ Be (naturel)	⁴⁰ K (naturel)	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am
2018	677	913	360	283	< 0,40	18	< 0,70
2019	730	935	335	305	< 0,52	20	< 0,72
2020	890	975	210	310	< 0,40	21	< 0,71
2021	743	880	284	260	< 0,35	13	< 0,61
2022	705	900	176	260	< 0,46	12	< 0,82
2023	810	973	97	283	< 0,44	14	<0,79

Tableau 16 : Activités massiques radiologiques mesurées depuis 2018 dans les sédiments de l'étang Colbert

En 2023, les sédiments de l'étang Colbert présentent une activité massique en ¹³⁷Cs de 14 Bq/kg sec. Celles en ⁶⁰Co et en ²⁴¹Am restent systématiquement inférieures aux seuils de décision du laboratoire d'essais.

L'étang Colbert n'est pas relié au réseau urbain recevant les eaux du site CEA de Fontenay-aux-Roses, ses sédiments ne peuvent donc être marqués que par les retombées atmosphériques. Les activités en émetteurs alpha, bêta, ainsi qu'en Béryllium-7 et en Potassium-40 sont représentatives des radionucléides naturels. Quant au Césium-137, l'activité mesurée provient des retombées des anciens essais nucléaires aériens et de l'accident de Tchernobyl.

Plans d'eau de Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux et Verrières

Les eaux de surface sont également prélevées annuellement dans des plans d'eaux de La Garenne et Montsouris, les étangs de Villebon ainsi que le bassin du parc de Sceaux et le lac de Verrières, plus

éloignés du site CEA de Fontenay-aux-Roses. Le tableau 17 présente les activités volumiques radiologiques mesurées en 2023 dans les échantillons prélevés en 2023 dans ces plans d'eau.

	Activités volumiques des plans d'eau environnant (Bq/L)		
	Alpha	Bêta	Tritium
Etang de Verrières	0,04	0,34	< 3,3
Etang de Montsouris	0,04	0,14	< 3,7
Etang de La Garenne	0,43	0,13	<2,8
Etang de Sceaux	0,1	0,22	< 3,7
Etang de Villebon	<0,02	0,08	<2,8

Tableau 17 : Activités volumiques 2023 en émetteurs alpha, bêta et en tritium des plans d'eaux environnant le site CEA de Fontenay-aux-Roses

Bien que les activités globales en émetteurs alpha et bêta varient d'un point à l'autre (activité alpha globale plus importante à La Garenne et activité bêta globale plus importante à Verrières comme les années précédentes), elles sont représentatives de la radioactivité naturelle.

Eaux souterraines

Au droit du site CEA de Fontenay-aux-Roses (cf. figure 18), à 65 mètres de profondeur, se situe la nappe des sables de Fontainebleau dite « nappe perchée » car elle est localisée au-dessus de la nappe phréatique générale. En amont et en aval du site, sont localisées des sources résurgentes, respectivement la Fontaine de Vénus et les Fontaines du Lavoir et du Moulin surplombant l'étang Colbert.

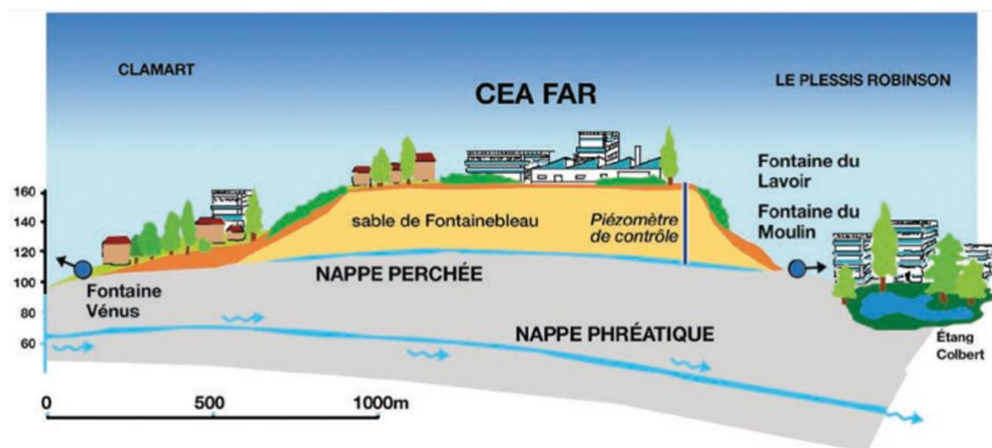


Figure 18 : Schéma hydrogéologique du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Mesures par piézomètres

Dans le cadre de la surveillance environnementale du site CEA de Fontenay-aux-Roses, la nappe perchée fait l'objet de prélèvements mensuels dans 6 piézomètres (A, B, C, F, G et H) dont 5 sont situés dans le périmètre du site (cf. figure 19) pour des mesures de l'activité alpha et bêta globale, de tritium et par spectrométrie gamma.

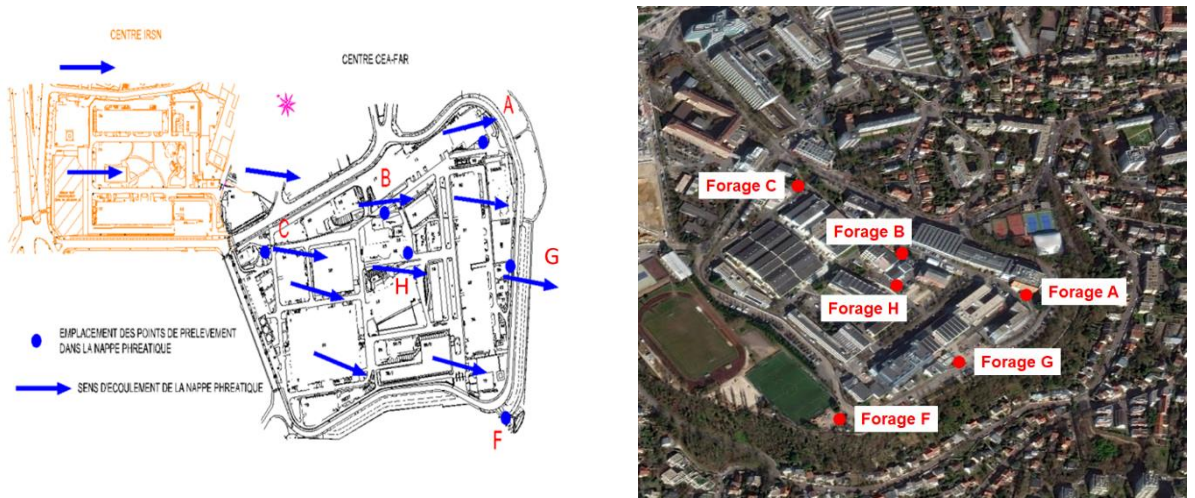


Figure 19 : Sens d'écoulement de la nappe au droit du site de CEA Fontenay-aux-Roses et implantation des piézomètres de surveillance de l'environnement

La figure 20 présente les activités volumiques moyennes en émetteurs alpha, bêta et en tritium de ces 6 piézomètres depuis 2019.

Tous les piézomètres du site CEA de Fontenay-aux-Roses présentent des activités volumiques moyennes annuelles en tritium toutes inférieures au seuil de la « décision environnement » (cf. tableau 11 du § 6.1).

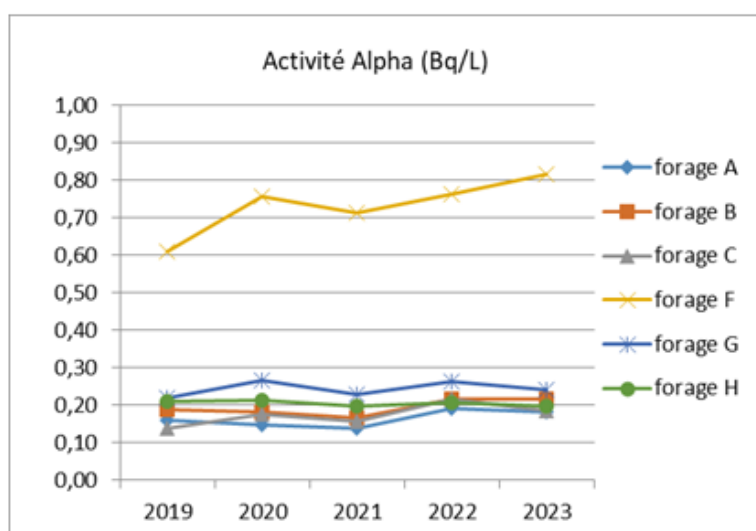
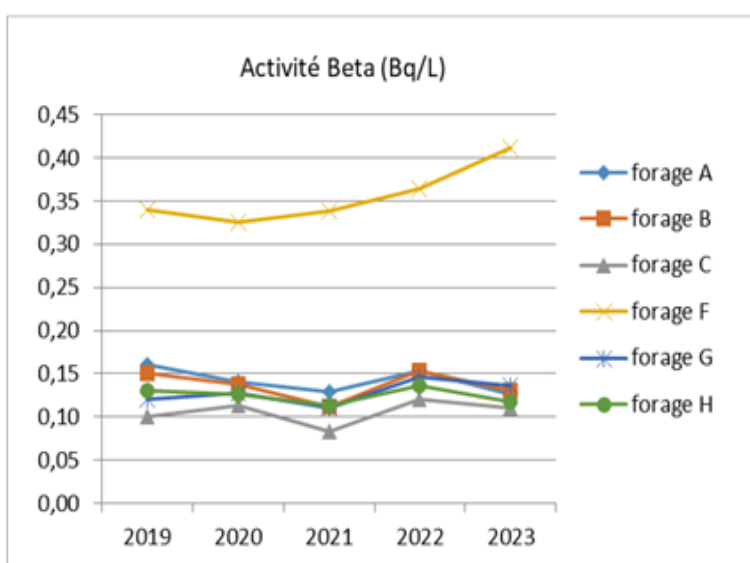
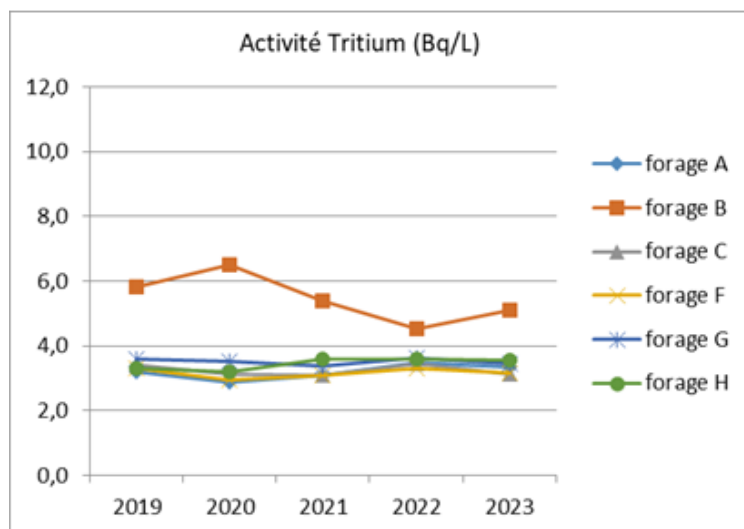


Figure 20 : Activités volumiques moyennes en émetteurs alpha et bêta ainsi qu'en tritium des 6 piézomètres du site CEA de Fontenay-aux-Roses

- Cas des piézomètres A, B, C, G et H :

Ces piézomètres présentent des activités volumiques moyennes annuelles en émetteurs bêta stables depuis 2019, comprises entre 0,08 Bq/L et 0,16 Bq/L. Les niveaux d'activités mesurés sont donc en majorité inférieurs au seuil prescrit par la « décision environnement » pour la protection de la population (cf. Tableau 11 du § 6.1), ou restent compatibles à ce dernier aux incertitudes près.

Les activités volumiques moyennes annuelles en émetteurs alpha de ces piézomètres sont stables depuis 2019, comprises entre 0,15 Bq/L et 0,27 Bq/L. Les niveaux d'activités mesurés sont supérieurs au seuil prescrit par la « décision environnement » (cf. Tableau 11 du § 6.1), mais compatibles avec les niveaux d'activités de la radioactivité naturelle.

- Cas du piézomètre F :

Ce piézomètre présente des activités volumiques en émetteurs alpha et bêta supérieures au seuil de la décision en environnement (cf. Tableau 11 du § 6.1), avec une tendance à la hausse depuis 2018. En effet, l'activité volumique moyenne en émetteurs bêta de 0,27 Bq/L en 2018 est calculée à 0,41 Bq/L en 2023 (0,36 Bq/L en 2022). De même, celle en émetteurs alpha calculée en 2018 à 0,57 Bq/L croît à 0,81 Bq/L en 2023 (0,76 Bq/L en 2022).

D'autre part, les mesures des radionucléides ^{137}Cs et ^{241}Am sur l'ensemble des 6 piézomètres par spectrométrie gamma restent systématiquement inférieures au seuil de décision du laboratoire d'essais confirmant ainsi la présence de radioéléments naturels, y compris pour le piézomètre F. Pour ce dernier, des investigations radiochimiques seront menées dans le cadre du dossier de démantèlement des INB du site de Fontenay-aux-Roses pour confirmer la présence de radioéléments naturels et fournir une explication sur l'évolution à la hausse de son activité radiologique.

Résurgences de la nappe

Des prélèvements sont réalisés au niveau des résurgences de la nappe perchée pour surveillance. La fontaine du Lavoir et la fontaine du Moulin à Fontenay-aux-Roses, situées en aval du centre, font l'objet d'une surveillance mensuelle. La résurgence de la fontaine de Vénus à Clamart située en amont du site de Fontenay-aux-Roses par rapport à la direction de l'écoulement de la nappe, sert de référence avec un suivi annuel (cf. figure 21).



Figure 21 : Résurgences de la nappe aux Fontaines environnant le site CEA de Fontenay-aux-Roses

La figure 22 présente les activités moyennes calculées en 2023 pour les Fontaines du Moulin et du Lavoir, ainsi que l'activité annuelle mesurée à la Fontaine de Vénus.

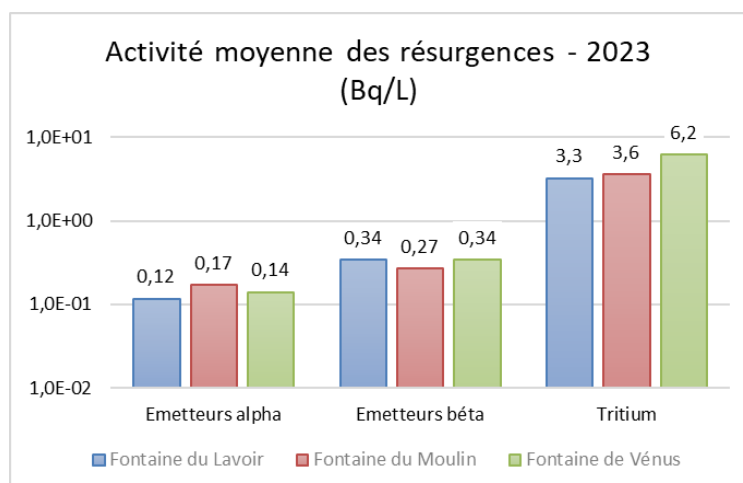


Figure 22 : Activités volumiques en émetteurs alpha, bêta et en tritium des Fontaines du Lavoir du Moulin et de Vénus

Les activités des fontaines du Lavoir et du Moulin sont tout-à-fait comparables avec celles de Vénus. En effet, les valeurs en émetteurs alpha et bêta sont représentatives du bruit de fond radiologique naturel. En tritium, elles sont inférieures au seuil « repère » de la décision environnement (cf. tableau 11 du § 6.1).

6.4 SURVEILLANCE DES VEGETAUX

Les végétaux font l'objet d'une surveillance mensuelle au niveau des stations de surveillance environnementale extérieures au site de Fontenay-aux-Roses (FAR2, FAR ATMOS, Bagneux, Clamart). Les végétaux prélevés au niveau des stations sont des herbes.

Les figures 23 et 24 présentent les résultats de spectrométrie gamma des prélèvements de végétaux effectués en 2023. La figure 23 montre des moyennes calculées mensuellement à partir des résultats des 4 stations de surveillance pour deux radionucléides naturels que sont le béryllium-7 et le potassium-40, et deux radionucléides artificiels que sont le césium-137 et l'américium 241. La figure 24 montre pour chacune des 4 stations de surveillance, des moyennes calculées mensuellement pour les deux radionucléides naturels.

Nota : Bien qu'il s'agisse de produits biologiques non directement consommables par l'Homme, les résultats présentés dans ce rapport sont exprimés en Bq/Kg frais.

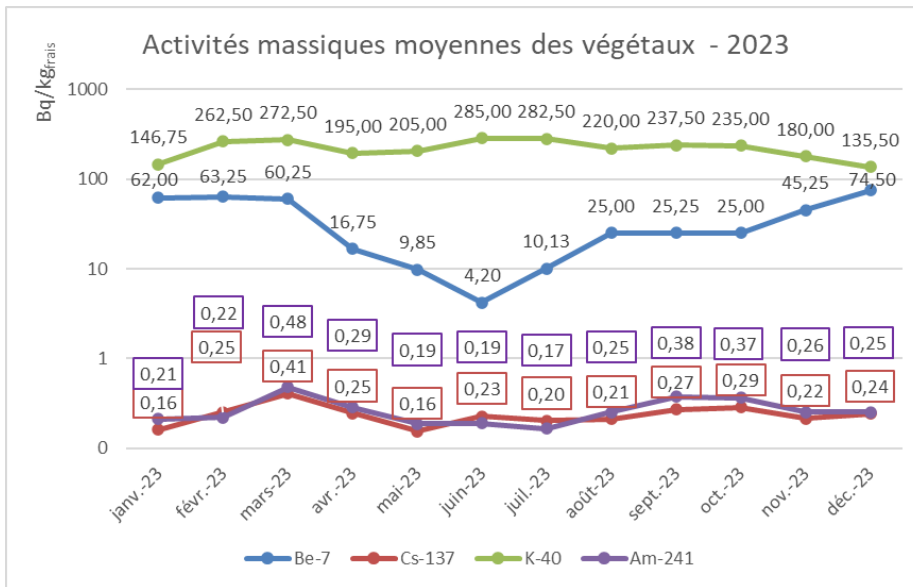


Figure 23 : Activités massiques moyennes des végétaux prélevés dans les stations environnementales du CEA ; moyennes mensuelles toutes stations environnementales confondues

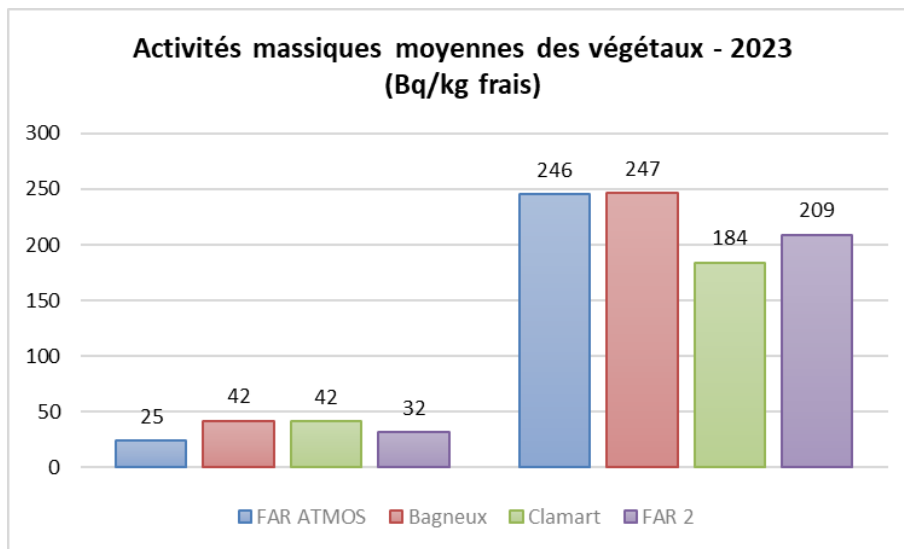


Figure 24 : Activités massiques moyennes des végétaux prélevés dans les stations environnementales du CEA ; moyennes mensuelles par station environnementale

- Résultats relatifs aux radionucléides artificiels

Les résultats de la figure 24 montrent, pour l'année 2023, pour les valeurs moyennes en ^{137}Cs et ^{241}Am , des résultats inférieurs au seuil « repère » de la décision environnement donnée en équivalent ^{137}Cs ou compatibles avec ce seuil aux incertitudes près. De manière générale, la spectrométrie gamma réalisée sur ces prélèvements d'herbes en 2023 n'a détecté aucun radionucléide artificiel.

- Résultats relatifs aux radionucléides naturels

Les résultats des figures 23 et 24 montrent que l'activité en ^{40}K mesurée sur des échantillons de végétaux frais varie selon la composition en végétal de l'échantillon autour d'une teneur moyenne de 200 Bq/kg frais. Le ^7Be , radionucléide naturel, est également détecté avec une activité moyenne de l'ordre de 60 Bq/kg frais. Les concentrations mesurées dans les prélèvements varient selon l'état d'avancement de leur stade végétatif (herbe jeune, foin, ...).

Nota : 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).

6.5 SURVEILLANCE DES SOLS

Terre des stations de surveillance

Les sols font également l'objet d'une surveillance annuelle dans les 4 stations de surveillance extérieures au site. Le tableau 18 présente les activités massiques 2023 des prélèvements de sols effectués aléatoirement au niveau du sol des stations. Il présente les activités volumiques en émetteurs alpha et bêta ainsi que celles des radionucléides artificiels que sont le césium-137 et l'américium-241. 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.

	Activités massiques des sols dans les stations – 2023 (Bq/kg sec)			
	Alpha	Bêta	^{137}Cs	^{241}Am
FAR ATMOS	370	690	5,6	< 0,49
Bagneux	470	660	0,70	< 0,47
Clamart	710	630	1,6	< 0,56
FAR2	460	610	5,4	< 0,49

Tableau 18 : Activités massiques en émetteurs alpha, bêta ainsi qu'en césium-137 et en américium-241 dans les sols des 4 stations environnementales du site CEA de Fontenay-aux-Roses

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.

- Résultats de mesure en radionucléides artificiels sur les stations FAR, ATMOS, Bagneux et Clamart :

Les mesures annuelles réalisées par spectrométrie gamma en 2023 sur les sols donnent pour ces trois stations une valeur moyenne de l'ordre de 3,3 Bq/kg sec en ^{137}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 ^{241}Am sont inférieures au seuil de détection du laboratoire d'essais.

- Résultats de mesures en radionucléides artificiels sur la station FAR2

En 2023, les résultats de mesures en ^{241}Am réalisées sur des prélèvements de terre en surface sur le sol de la station FAR2 sont de nouveau inférieurs au seuil de détection et également les valeurs en ^{137}Cs retrouvent un niveau d'activité massique identique aux années antérieures à 2022. Pour mémoire, le prélèvement ponctuel de sol réalisé en fin d'année 2022 sur cette station avait montré une activité massique en césium-137 supérieure d'un facteur 2,5 à celle habituellement mesurée et une activité massique en américium-241 supérieure au seuil de décision du laboratoire. L'ASN avait été informée de ces résultats. L'origine de ce léger marquage est liée aux activités passées du site qui avaient conduit à contaminer ce local assaini dans les années 1990 par le CEA. La caractérisation de ce marquage avait permis de conclure à l'absence d'impact sanitaire sur la population et sur l'environnement. En 2023, le léger marquage identifié en surface a été retiré et le CEA a malgré tout poursuivi ses investigations. Il a également réalisé une cartographie radiologique de la zone et a confirmé les résultats de l'assainissement réalisé en 1990 ainsi que le faible niveau d'activité résiduelle encore présent en profondeur.

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

Des échantillons de sol sont également prélevés annuellement à proximité des plans d'eau de Villebon, Montsouris, La Garenne, Sceaux et Verrières. Le tableau 19 présente les activités massiques de ces prélèvements.

	Activités massiques des sols à proximité des plans d'eau - 2023 (Bq/kg sec)			
	Alpha	Bêta	^{137}Cs	^{241}Am
La Garenne	390	650	0,35	< 0,46
Verrières	380	560	1,0	< 0,47
Montsouris	390	580	3,6	< 0,51
Sceaux	640	920	2,8	< 0,57
Villebon	400	560	1,5	< 0,43

Tableau 19 : Activités massiques en émetteurs alpha, bêta ainsi qu'en ^{137}Cs et en ^{241}Am dans les prélèvements de sol environnant les plans d'eau faisant l'objet d'une surveillance par le site CEA de Fontenay-aux-Roses

Les activités globales alpha et bêta sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle des sols en potassium 40 et en uranium naturel.

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. Les valeurs en ^{241}Am sont inférieures au seuil de décision du laboratoire d'essais attestant de l'absence de ce radionucléide dans ces prélèvements de sol.

7 IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'HOMME

Au CEA, l'évaluation de l'impact radiologique sanitaire est basée, de façon conservatrice, sur les rejets réels annuels liquides et atmosphériques des INB. Le détail de l'estimation des doses radiologiques reçues annuellement par la population riveraine des centres du CEA, y compris celui du site de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay, du fait des rejets réglementés des INB, est calculé au moyen de la plateforme CERES® (Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires) radiologique.

L'estimation des doses radiologiques est calculée à la personne représentative par voie d'exposition (irradiation externe et incorporation – cf. figure 25), par classe d'âge (adulte, enfant et nourrisson) pour chaque radionucléide du spectre des INB.

Ce détail est transmis annuellement à l'ASN pour publication dans son rapport annuel sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

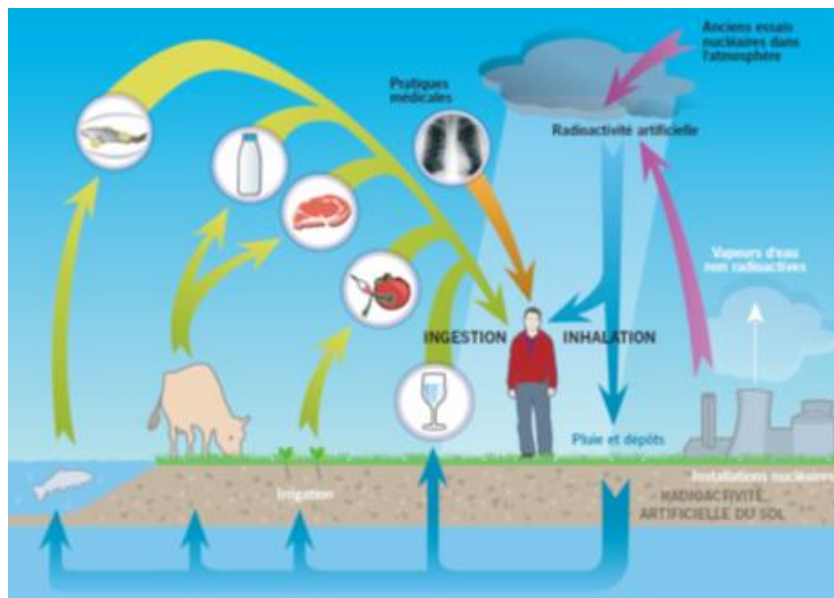


Figure 25 : Voies d'atteinte sur l'Homme des rejets réglementés des INB

A cette estimation est associée une étude réalisée par le pôle de compétence « impacts radiologiques et chimiques » du CEA qui comprend :

- Un recensement des principales sources d'incertitudes pouvant intervenir dans les différentes étapes de l'évaluation de l'impact radiologique à la personne représentative dû aux rejets atmosphériques et liquides d'une INB ;
- Une analyse de sensibilité vis-à-vis de la source d'incertitude apparaissant comme celle ayant l'influence prédominante, à rejets et caractéristiques du milieu récepteur identiques, sur l'impact annuel à la personne représentative du fait des rejets en fonctionnement normal des installations des centres civils du CEA.

Cette étude précise que quels que soient le site et le type d'alimentation, la dose par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache ou par irrigation est largement supérieure à la dose par ingestion de produits contaminés par transfert racinaire. Les paramètres intervenant dans le transfert depuis les dépôts au sol vers les cultures ont donc une influence mineure sur l'impact. Cette étude montre que la ration alimentaire est le facteur qui influence de manière prépondérante l'impact des rejets des centres sauf lorsque le rejet est composé de gaz rares. Un changement de ration alimentaire, de type "rural" à "moyen", peut diminuer la dose totale d'un facteur proche de 3. Il est à noter que les caractéristiques du milieu récepteur (météorologie ou débit du milieu aquatique récepteur) influencent également l'impact.

7.1 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 d'un à deux ans.

La personne représentative est choisie en fonction de la rose des vents, de l'existence d'habitations, de cultures et d'élevages dans des rayons de 250 m, 500 m et 1500 m 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 interne par ingestion de produits d'origine végétale.

7.2 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.

La personne représentative consomme :

- 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 dans les champs sur lesquels on a épandu des boues issues de la station d'épuration d'Achères.

Il est pris comme hypothèse que la personne représentative travaille dans les champs à proximité d'Achères huit heures par jour en distinguant celle travaillant sur les cultures maraîchères (exposition due aux sols irrigués) de celle travaillant dans les champs de céréales (soumise en plus à l'exposition due aux sols sur lesquels des boues ont été épandues).

L'enfant est également retenu pour une exposition interne par ingestion (eau de boisson, poissons, végétaux).

7.3 IMPACT RADIOLOGIQUE TOTAL

Pour 2023, l'impact radiologique annuel aux populations riveraines du fait des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides du site CEA de Fontenay-aux-Roses est très inférieur à la dose « triviale » 0,01 mSv préconisée par la Commission internationale de protection radiologique (Source CIPR 104). 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 (Source article R. 1333-11 du code de la santé). Cet impact radiologique reste par ailleurs négligeable par rapport à l'exposition moyenne de la population française de 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an due aux expositions naturelles et 1,6 mSv/an due à l'exposition médicale (source Rapport IRSN / 2015-00001).

8 CONCLUSION

En 2023, les valeurs des rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques du site CEA de Fontenay-aux-Roses se situent largement en dessous des limites réglementaires.

Les différentes mesures de surveillance de l'environnement réalisées par le site CEA de Fontenay-aux-Roses mettent en évidence le très faible niveau des rejets de l'année 2023 et leur très faible impact sanitaire et environnemental.

L'ensemble des mesures effectuées dans le cadre de la mise en œuvre du programme de surveillance de l'environnement permet 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.

Annexe 1 : Glossaire

ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
CERES	Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
CLI	Commission Locale d'Information
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
DBO ₅	Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DES	Direction des Énergies
DRF	Direction de la Recherche Fondamentale
FAR	Fontenay-aux-Roses
IDMIT	<i>Infectious Diseases Models for Innovative Therapies</i>
INB	Installation Nucléaire de Base
IRCM	Institut de Radiobiologie Cellulaire et Moléculaire
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LARP	Laboratoire d'Analyse Radiologique et Physico-chimique
LDE	Laboratoire Dosimétrie et Expertises
MES	Matières En Suspension
MIRcen	<i>Molecular Imaging Research Center</i>
MTD	Meilleur Technique Disponible
NTK	Azote Total Kjeldhal
RNM	Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement
RPL	Dosimètre fonctionnant par Radio-Photo-Luminescence
SCRE	Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement
SEPIA	Service d'Étude des Prions et des Infections Atypiques
SEVESC	Société des Eaux de Versailles Et de Saint Cloud
SIAAP	Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne
SPRE	Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement
TCE	Tableau de Contrôle Environnement
UADF	Unité d'Assainissement, Démantèlement et reprise et conditionnement des Déchets de Fontenay-aux-Roses

ANNEXE 2 : Liste des figures

Figure 1 : Carte des centres CEA civils et pour les applications militaires et ses partenariats régionaux.

Figure 2 : Implantation géographique du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 3 : Bâtiments du site CEA de Fontenay-aux-Roses abritant les INB 165 et 166.

Figure 4 : Localisation des émissaires de rejets atmosphériques du site de CEA Fontenay-aux-Roses.

Figure 5 : Implantation des émissaires et de l'égout urbain sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 6 : Implantation des stations de surveillance atmosphérique du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 7 : Consommation en eau potable du site CEA de Fontenay-aux-Roses de 2019 à 2023.

Figure 8 : Rejets atmosphériques des INB au regard du prévisionnel annuel.

Figure 9 : Rejets atmosphériques des INB depuis 2019.

Figure 10 : Evolution des activités radiologiques annuelles des effluents liquides de 2019 à 2023.

Figure 11 : Evolution des volumes d'effluents liquides rejetés à l'égout urbain de 2019 à 2023.

Figure 12 : Evolution mensuelle des rejets liquides radioactifs en 2023.

Figure 13 : Activités moyennes mensuelles 2023 en émetteurs alpha au niveau des stations de surveillance atmosphérique.

Figure 14 : Activités moyennes mensuelles 2022 en émetteurs bêta au niveau des stations de surveillance atmosphériques.

Figure 15 : Débits d'équivalent de dose ambiants moyens issus des mesures en continu des balises irradiation.

Figure 16 : Implantation des dosimètres RPL en clôture du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 17 : Localisation des plans d'eau prélevés pour surveillance autour du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 18 : Schéma hydrogéologique du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 19 : Sens d'écoulement de la nappe au droit du site CEA de Fontenay-aux-Roses et implantation de ses piézomètres de surveillance de l'environnement.

Figure 20 : Activités volumiques moyennes en émetteurs alpha et bêta ainsi qu'en tritium des 6 piézomètres du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 21 : Résurgences de la nappe aux Fontaines environnant le site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Figure 22 : Activités volumiques en émetteurs alpha, bêta et en tritium des Fontaines du Lavoir du Moulin et de Vénus.

Figure 23 : Activités massiques moyennes des végétaux prélevés dans les stations environnementales du CEA ; moyennes mensuelles toutes stations environnementales confondues

Figure 24 : Activités massiques moyennes des végétaux prélevés dans les stations environnementales du CEA ; moyennes mensuelles par station environnementale.

Figure 25 : Voies d'atteinte sur l'Homme des rejets réglementés des INB.

ANNEXE 3 : Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs limites annuelles prescrites dans l'arrêté du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux du site CEA de Fontenay aux-Roses.

Tableau 2 : Limites prévisionnelles de rejets des INB 165 et 166 pour 2023.

Tableau 3 : Valeurs limites annuelles prescrites dans l'arrêté du 30 mars 1988 relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs liquides du site CEA de Fontenay aux-Roses.

Tableau 4 : Valeurs limites réglementaires physico-chimiques autorisées dans les émissaires du site.

Tableau 5 : Concentrations maximales des différents paramètres physico-chimiques mesurées en 2023.

Tableau 6 : Activités radiologiques des effluents liquides en 2023.

Tableau 7 : Volumes mensuels mesurés aux émissaires 17 et 55 ainsi qu'à l'égout urbain.

Tableau 8 : Activité volumiques annuelles moyennes et maximales aux émissaires et à l'égout urbain.

Tableau 9 : Valeurs annuelles moyennes et maximales en paramètres physico-chimiques aux émissaires comparées aux valeurs limites réglementaires présentées dans le Tableau 4.

Tableau 10 : Activités radiologiques massiques moyennes et maximales 2022 des boues de l'égout urbain.

Tableau 11 : Seuils de décision prescrits par la « décision environnement » au regard des enjeux environnementaux.

Tableau 12 : Débits d'équivalent de dose ambiants mesurés au niveau des stations de surveillance atmosphérique de l'environnement.

Tableau 13 : Débits d'équivalent de dose ambiants mesurés en limite de site.

Tableau 14 : Hauteurs et activités radiologiques moyennes des pluies collectées dans les stations ATMOS et FAR2 du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Tableau 15 : Activités volumiques mensuelles des eaux de l'étang Colbert en émetteurs alpha, bêta et en tritium.

Tableau 16 : Activités massiques radiologiques mesurées depuis 2018 dans les sédiments de l'étang Colbert.

Tableau 17 : Activités volumiques 2023 en émetteurs alpha, bêta et en tritium des plans d'eaux environnant le site de Fontenay-aux-Roses.

Tableau 18 : Activités massiques en émetteurs alpha, bêta ainsi qu'en césium-137 et en américium-241 dans les sols des 4 stations environnementales du site CEA de Fontenay-aux-Roses.

Tableau 19 : Activités massiques en émetteurs alpha, bêta ainsi qu'en césium-137 et en américium-241 dans les prélèvements de sol environnant les plans d'eau faisant l'objet d'une surveillance par le site CEA de Fontenay-aux-Roses.

ANNEXE 4 : Liste des définitions

Aérosol : poussière en suspension dans l'air.

Assainissement : ensemble d'opérations visant à réduire ou à supprimer la radioactivité artificielle.

Atome : les planètes, l'air, l'eau, les roches, les êtres vivants... tous les corps de la nature sont constitués d'atomes ou d'assemblages d'atomes (molécules) ; l'atome est composé d'un noyau, formé de protons et de neutrons. Autour de ce noyau gravitent des électrons.

Becquerel (Bq) : c'est l'unité de mesure de la radioactivité ; 1 Bq correspond à la désintégration d'un noyau radioactif par seconde. Elle s'exprime souvent en multiples de becquerels : 1 gigabecquerel (GBq) = 1 milliard de becquerels.

DBO : la demande biologique en oxygène est le critère de pollution organique basé sur la quantité d'oxygène consommée sous incubation à 20°C et à l'obscurité pendant un temps de référence pour assurer l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau par voie biologique (en présence de microorganismes aérobies) dissoutes ou en suspension dans un litre d'une eau à caractériser ; il convient de noter que la DBO n'est normalement représentative que de la pollution organique carbonée biodégradable (lipides, glucides, protéines...) ; la DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation conventionnellement utilisée.

DCO : la demande chimique en oxygène est le critère de pollution correspondant à la consommation globale à chaud de l'oxygène du bichromate de potassium, et représentative de la majeure partie des composés organiques ainsi que des sels minéraux oxydables.

Effluents : matière rejetée sous forme gazeuse ou liquide.

Halogènes : éléments chimiques comme le fluor, le chlore ou l'iode.

Isotopes : formes d'un même élément dont les noyaux comportent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent ; le deutérium (2H) et le tritium (3H) sont des isotopes de l'hydrogène (H).

MES : les matières en suspension sont des matières solides présentes dans un liquide : visibles à l'œil nu, elles sont insolubles et peuvent être organiques ou minérales. Elles peuvent être d'origine naturelle (produites par les précipitations ou l'érosion des sols) mais proviennent généralement de déchets urbains ou industriels.

Microorganisme aérobie : organisme microscopique qui ne peut se développer qu'en présence d'oxygène (bactérie, virus, levures, ...).

NTK : l'azote Kjeldahl correspond à la teneur en composés non oxydés de l'azote (principalement azote organique et azote ammoniacal) d'un échantillon, déterminée dans les conditions définies par la Méthode Kjeldahl.

Radioactivité : dans la nature, la plupart des atomes sont stables, c'est-à-dire qu'ils restent identiques au cours du temps ; cependant, certains atomes sont instables parce qu'ils possèdent soit trop de protons, soit trop de neutrons ou encore un excès des deux. Ces atomes aux noyaux instables sont dits radioactifs et sont appelés radio-isotopes ou radionucléides ; ils se transforment spontanément en d'autres atomes, radioactifs ou non, en expulsant de l'énergie (modification du noyau) sous forme de rayonnements ou de particules ; c'est le phénomène de la radioactivité.

Radionucléides : ils désignent les éléments radioactifs ; isotopes radioactifs d'un élément.

Radionucléides artificiels : ils désignent les éléments radioactifs qui n'existent plus sur la Terre, et qui sont recréés artificiellement ; depuis le début du XXe siècle, les activités humaines ont entraîné la présence de radioactivité artificielle dans l'environnement ; la production de radionucléides artificiels se fait au moyen d'un accélérateur de particules ou d'un réacteur nucléaire.

Radionucléides naturels : ils désignent les éléments radioactifs existant à l'état naturel, et non produits par l'activité humaine.

Rayonnements : les éléments radioactifs présents dans notre environnement émettent des rayonnements alpha, bêta et/ou gamma ; une simple feuille de papier arrête les particules alpha ; une

feuille de quelques millimètres d'épaisseur stoppe les particules bêta; une forte épaisseur de plomb ou de béton permet de se protéger des rayonnements gamma.

Rayonnement alpha (α) : rayonnement ionisant émis par un atome radioactif constitué d'un faisceau de noyaux d'hélium composé de deux protons et deux neutrons ; lourds et chargés électriquement, les noyaux d'hélium sont arrêtés facilement et rapidement par les champs électromagnétiques et les atomes composant la matière ; ils est donc arrêté par une simple feuille de papier.

Rayonnement bêta (β) : rayonnement ionisant émis par un atome radioactif constitué d'un faisceau d'électrons ; le rayonnement bêta cause plus de dégâts que le rayonnement alpha car il est chargé électriquement. Il est arrêté par une feuille d'aluminium ou de verre.

Rayonnement gamma (γ) : rayonnement ionisant composé de photons de haute énergie. Ce rayonnement va pénétrer davantage dans l'organisme que les rayonnements alpha et bêta, mais il modifie moins les particules qu'il rencontre ; il ne peut être arrêté que par un blindage très épais (épaisseur de plomb, béton ou de terre).

Rayonnement ionisant : un rayonnement est ionisant lorsqu'il émet des « rayons » d'énergie suffisante pour transformer les atomes qu'ils traversent en ions (un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons) ; cela peut rendre la matière instable.

SD : le seuil de décision en mesure nucléaire est la valeur au-delà de laquelle il est possible de décider que l'activité mesurée est significative d'une présence avérée de radioactivité dans l'échantillon mesuré ; le résultat est alors rendu sous la forme d'une activité exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière, à laquelle est associée une incertitude de mesure. Lorsque le résultat est inférieur à cette valeur de seuil de décision (également exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière), ceci signifie que l'activité mesurée n'est alors pas significative. La valeur de ce seuil est déterminée par le laboratoire de mesure ; elle dépend entre autres de l'équipement de mesure, du temps et de la géométrie de comptage de l'échantillon ainsi que de la quantité à mesurer.

Sievert (Sv) : unité de mesure de l'impact de la radioactivité sur la santé humaine ; elle s'exprime généralement en millisievert (mSv, millième de Sv).

Tritium : isotope radioactif de l'hydrogène ; radionucléide émetteur bêta, il est produit naturellement et aussi artificiellement.



Fontaine de Fontenay- aux-Roses