



RAPPORT ENVIRONNEMENT 2024

Centre CEA Paris-Saclay

Site de Saclay



BILAN 2024

AUTEURS

Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement (SPRE) du Centre CEA Paris-Saclay

Mr Jean-Marie FAUQUANT, Mr Alexandre MANNELLO et Mr Sébastien MAROT

Chargé de Mission Environnement du Centre CEA Paris-Saclay

Mr Jacques MACHETTO

Directeur Délégué à la Sécurité et à la Sûreté Nucléaire du Centre CEA Paris-Saclay

Mr Fabien MOREL

Image de couverture : Vue de la statue d'Uranie. © CEA.

SOMMAIRE

1 -	INTRODUCTION	5
2 -	PRESENTATION GENERALE DU SITE DE SACLAY DU CENTRE CEA PARIS-SACLAY	6
2.1 -	IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE	6
2.2 -	ACTIVITES ET EFFECTIFS	7
2.3 -	LES PRINCIPALES INSTALLATIONS	9
2.3.1 -	<i>Les Installations nucléaires de base (INB)</i>	<i>9</i>
2.3.2 -	<i>Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)</i>	<i>12</i>
2.3.3 -	<i>Prescriptions réglementaires applicables.....</i>	<i>15</i>
2.4 -	LES EFFLUENTS	16
2.4.1 -	<i>Les rejets atmosphériques.....</i>	<i>16</i>
2.4.2 -	<i>Les rejets liquides</i>	<i>18</i>
2.5 -	LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	21
3 -	LE CONTROLE DE REJETS D'EFFLUENTS DU SITE.....	21
3.1 -	REJETS DES EFFLUENTS ATMOSPHERIQUES	21
3.1.1 -	<i>Cadre réglementaire</i>	<i>21</i>
3.1.2 -	<i>Prévisions des rejets atmosphériques des INB</i>	<i>22</i>
3.1.3 -	<i>Surveillance de la radioactivité des rejets atmosphériques</i>	<i>23</i>
3.1.4 -	<i>Surveillance physico-chimique des rejets atmosphériques</i>	<i>28</i>
3.1.5 -	<i>Contrôle des légionnelles dans les tours aéroréfrigérantes.....</i>	<i>29</i>
3.1.6 -	<i>Émissions des chaufferies du site</i>	<i>30</i>
3.2 -	REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES	31
3.2.1 -	<i>Rejets liquides radiologiques</i>	<i>31</i>
3.2.2 -	<i>Rejets liquides chimiques.....</i>	<i>36</i>
4 -	SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	38
4.1 -	LA SURVEILLANCE METEOROLOGIQUE	39
4.2 -	LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE	40
4.3 -	LES EAUX DE PLUIE	42
4.4 -	LES SOLS DU PLATEAU	43
4.5 -	LES HERBES DU PLATEAU	44
	LES FRUITS ET LEGUMES DU PLATEAU	44
	LE LAIT.....	45
4.8 -	L'IRRADIATION AMBIANTE	45
4.9 -	LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE	47
4.9.1 -	<i>Les eaux du plan d'eau de Villiers.....</i>	<i>47</i>
4.9.2 -	<i>Les eaux de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay</i>	<i>47</i>
4.9.3 -	<i>Les sédiments des étangs de Saclay</i>	<i>49</i>
4.9.4 -	<i>Les poissons des étangs</i>	<i>50</i>
4.9.5 -	<i>La flore aquatique des étangs.....</i>	<i>51</i>

4.9.6 - Les eaux de surface (rivières, rus et rigoles).....	52
4.10 - LES EAUX SOUTERRAINES.....	54
4.10.1 - La radioactivité des eaux souterraines dans l'environnement du centre.....	56
4.10.2 - Le suivi des paramètres chimiques dans les eaux souterraines.....	57
5 - SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDEPENDANTES	61
5.1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	61
5.2 - METHODOLOGIE DU CONTROLE	62
5.2.1 - Mesure de débit.....	62
5.2.2 - Mesure de pH et de la température.....	62
5.3 - RESULTATS DES MESURES	63
5.3.1 - Mesures sur site en continu pendant 24 heures : R3, R4, R7	63
5.3.2 - Mesures en différé : R3, R4, R5, R7, R8.....	64
6 - EVALUATION DES IMPACTS.....	67
6.1 - REJETS ATMOSPHERIQUES.....	67
6.2 - REJETS LIQUIDES	69
6.3 - BILAN DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS ATMOSPHERIQUES ET LIQUIDES	70
7 - MAITRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA SITE DE SACLAY ET DE SON ENVIRONNEMENT	72
7.1 - LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	73
7.2 - LES EFFLUENTS CHIMIQUES GAZEUX.....	74
7.3 - LES EFFLUENTS LIQUIDES ET LES DIFFERENTS RESEAUX D'EAU DU SITE	74
7.4 - LES DECHETS	75
7.4.1 - Les déchets conventionnels	75
7.4.2 - Les déchets radioactifs.....	76
7.5 - LES CONSOMMATIONS D'EAU	76
7.6 - COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS – CARACTERISATION ET DEPOLLUTION.....	77
8 - ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DÉCLARÉS À L'ASN DIVISION D'ORLÉANS	79
9. CONCLUSION	81
9 - ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	81
10 - ANNEXE 2 : LISTE DES FIGURES.....	83
11 - ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX	84
12 - ANNEXE 4 : LISTE DES DEFINITIONS	85

1 - INTRODUCTION

Créé en France, il y a près de 80 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 toujours à la recherche et au développement en vue de son application auprès des industriels. L'ensemble de ses activités sont réparties 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, Grenoble, Cadarache puis Marcoule. Les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses ont été regroupés le 1^{er} février 2017 pour constituer désormais un Centre unique CEA Paris-Saclay. Le CEA développe également des partenariats en région avec d'autres organismes de recherche, les collectivités locales et les universités.

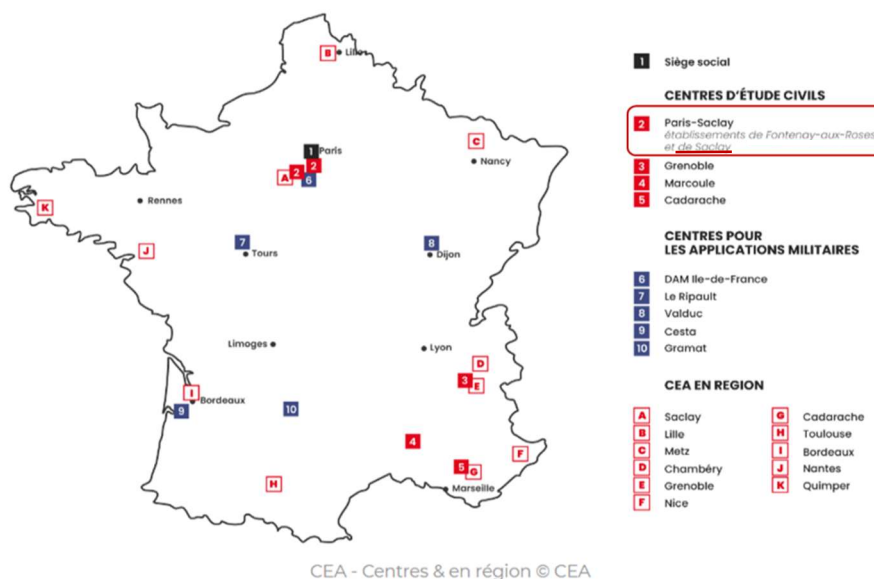


Figure 1: Carte des Centres CEA civils et pour les applications militaires

Ce rapport environnemental présente le bilan 2024 de la surveillance de l'environnement et du contrôle des rejets du site de Saclay 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 du 5 septembre 2016.

Il présente également le bilan environnement 2024 des actions menées au titre de la protection de l'environnement et le bilan des rejets requis au titre de l'arrêté préfectoral du 25 septembre 2009 autorisant le CEA site de Saclay à exploiter des Installations classées pour la protection de

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.

l'environnement (ICPE)³. Ce rapport prend également en compte les rejets liquides confondus des autres installations implantées sur le site de Saclay et pouvant relever d'autres régimes réglementaires.

2 - PRESENTATION GENERALE DU SITE DE SACLAY DU CENTRE CEA PARIS-SACLAY

2.1 - IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE

Le centre CEA Paris-Saclay, site de Saclay, situé à une vingtaine de kilomètres de Paris, est implanté sur les 3 communes de Saclay, Villiers-le-Bâcle et Saint-Aubin dans le département de l'Essonne (Figure 2 :). A ce site principal sont historiquement rattachés administrativement un site annexe et un service hospitalier avec des implantations géographiques distinctes sur le plateau de Saclay :

- À 1 kilomètre plus au sud sur la commune de Saint-Aubin, le site annexe de l'Orme des Merisiers ;
- Le Service hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ) du groupe hospitalier Nord-Essonne du site d'Orsay ;
- À environ 5 kilomètres à l'est sur la commune de Palaiseau, le site de Nano-Innov inauguré le 20 février 2012.

Le plateau de Saclay est un des principaux secteurs concernés par l'opération d'urbanisme d'intérêt national (OIN) « Massy Saclay Versailles Saint-Quentin en Yvelines », lancée en 2009, qui rassemble 27 communes.

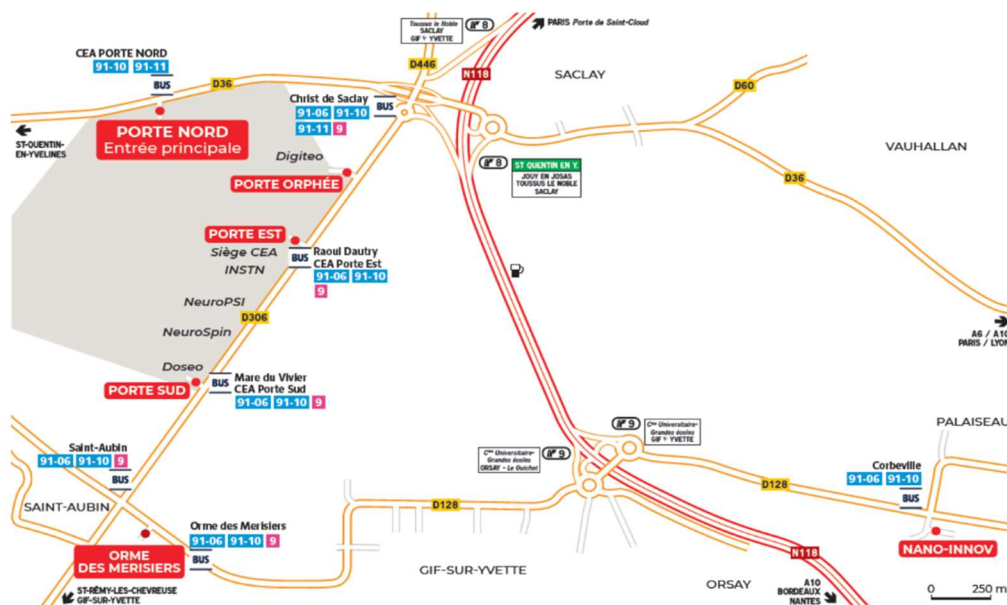


Figure 2 : Implantation géographique du site de Saclay.

³ Arrêté n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 portant autorisation d'exploitation des installations classées pour la protection de l'environnement présentes sur l'ensemble du Commissariat à l'Énergie atomique (CEA) implanté sur les communes de SACLAY, SAINT-AUBIN et VILLIERS-LE-BACLE.

Cette opération a pour objectif le développement économique de la région en associant développements scientifique, technologique et urbanisation tout en préservant la vocation agricole des terres du plateau.

Au sein de ce projet, le CEA prend toute sa part dans le développement plus particulier de l'opération « Campus » et ses nombreux établissements de recherche et d'enseignement qui sont rassemblés depuis le 29 décembre 2014 au sein de la communauté d'universités et d'établissements « Université Paris-Saclay ».

Le CEA contribue à la dynamique collective qui s'est mise en place entre les partenaires du Campus, en y apportant notamment son expérience de la chaîne de l'innovation, son excellence scientifique et ses plateformes de recherche.

Le site CEA de Saclay est **UN SITE OUVERT SUR SON ENVIRONNEMENT**. Depuis quelques années, cette ouverture se manifeste plus visiblement aux abords de son site principal. Tout en respectant les contraintes réglementaires liées à la sécurité de ses installations sensibles, le site poursuit sa politique d'extension des zones semi-ouvertes.

La façade Sud-Est du centre qui rassemble l'Institut national des sciences et techniques nucléaire (INSTN), Neurospin, Doséo, la voie de transport en commun en site propre (TCSP), le nouveau bâtiment Neurosciences, symbolise bien l'ouverture du site sur le plateau de Saclay. À noter également sur le site de l'Orme des Merisiers, la mise en exploitation de l'infrastructure pour les sciences du climat et de l'environnement (ICE) dédié aux recherches sur le climat et l'environnement.



*Image 1 : Hall d'entrée du bâtiment Neurospin, qui accueille différents IRM.
Crédit : Y.Audic/CEA.*

2.2 – ACTIVITES ET EFFECTIFS

Le site CEA de Saclay, inspiré des campus américains et du parc du château de Versailles, a ouvert en 1952. Ce site est très vite devenu un centre de recherche de tout premier plan à l'échelle nationale et internationale. Plus grand centre de recherche du CEA, il est aujourd'hui le plus grand site de recherche scientifique d'Europe.

Rassemblant près du quart du potentiel de recherche du CEA, le site de Saclay est un grand centre de recherche pluridisciplinaire qui se caractérise par une très grande diversité de ses activités allant de la recherche fondamentale à la recherche appliquée dans des domaines et des disciplines très variés au sein de ses directions implantées que sont la DRF (Direction de la recherche fondamentale), la Direction des Énergies (DES) et la Direction de la recherche technologique (DRT). Parmi les équipes qui

y travaillent, une partie d'entre elles contribue à perfectionner le fonctionnement, la compétitivité et la sûreté des centrales nucléaires.

D'autres équipes, des physiciens et des biologistes, cherchent à percer les énigmes de la matière (des particules aux galaxies) et du vivant (génétique, biochimie, médecine). Par ailleurs, des spécialistes travaillent également sur les systèmes embarqués ou les systèmes interactifs mais aussi sur la modélisation du climat et l'effet de serre. Toutes ces recherches s'appuient sur la simulation ainsi que sur le développement et l'utilisation d'outils sophistiqués. Les principales disciplines de recherche pratiquées sur le site de Saclay sont résumées dans la *Figure 3*.

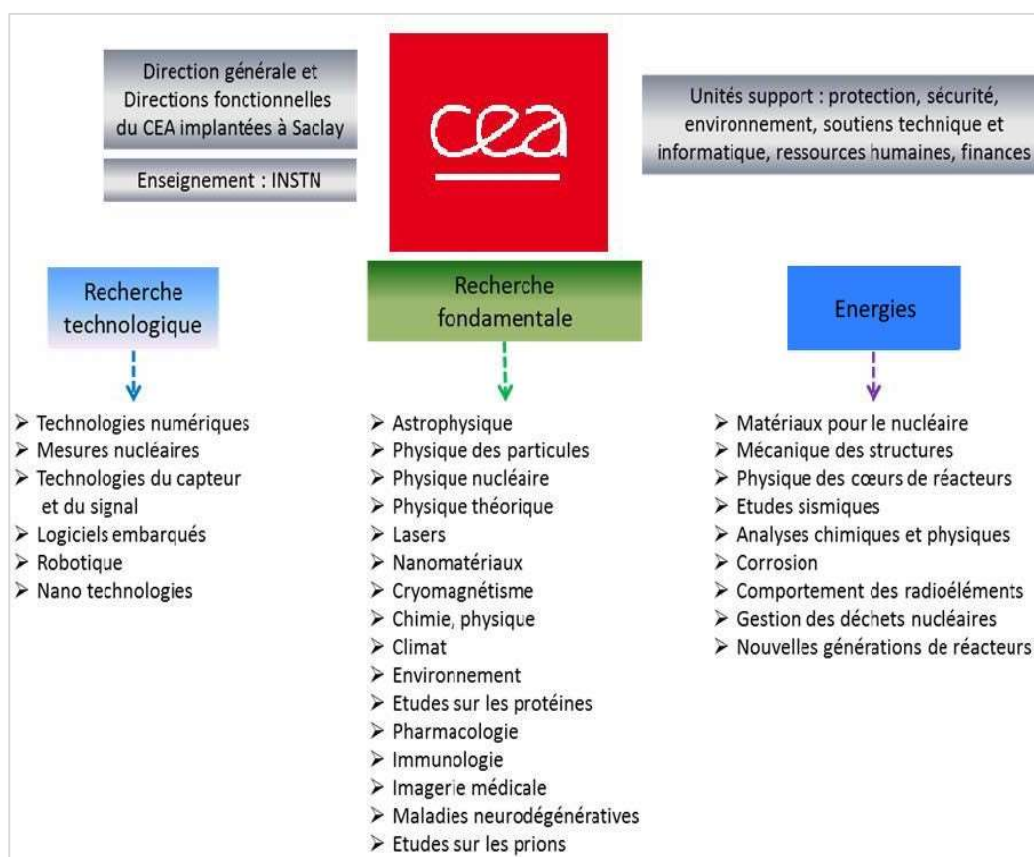


Figure 3 : Activités de R&D (Recherche et développement) sur le site CEA de Saclay.

Le site CEA de Saclay accueille aussi la Direction générale, une partie de la Direction du Centre Paris-Saclay, des directions fonctionnelles, l'ensemble des équipes de soutien aux programmes et aux unités du CEA et un centre de formation diplômante et de formation professionnelle continue dans le domaine des sciences et technique nucléaires (INSTN) qui est aujourd'hui une école de spécialisation des énergies bas carbone et des technologies de la santé.

De par sa contribution, au sein du CEA, à la réalisation des programmes de recherche qui lui sont confiés par le gouvernement sur des thématiques à très forts enjeux sociétaux, le site CEA de Saclay est **UN ACTEUR ECONOMIQUE IMPORTANT** sur le plan national. Centre majeur de recherche scientifique et

d'innovation au cœur de l'Université Paris-Saclay, ses domaines de recherche couvrent : les énergies bas carbone, le climat et environnement, santé, recherche technologique, conception et réalisation de très grandes infrastructures de recherche. Outre la R&D, le site de Saclay a également une part importante d'activités d'assainissement et démantèlement car plusieurs de ses INB sont définitivement arrêtées.

Par sa taille, l'établissement de Saclay du CEA Paris-Saclay est aussi un acteur économique important sur le plan local. Avec plus de 7 000 personnels, le site de Saclay compte environ 4300 salariés en contrat à durée indéterminée, plus de 500 salariés en contrat à durée déterminée, essentiellement des chercheurs doctorants ou post-doctorants et des collaborateurs extérieurs (Centre national de recherche scientifique (CNRS), Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), universités). Le Centre accueille des stagiaires universitaires, ainsi que des salariés d'entreprises extérieures intervenant chaque année sur le site.



Image 2 : L'INSTN accueille chaque année des étudiants pour des formations sur les technologies bas carbone, ainsi que les technologies pour la santé.

Crédit : E.Autin/CEA.

Le site de Saclay représente un vivier de recherche et d'innovation de tout premier plan à l'échelle nationale, européenne et internationale. Il se caractérise par une grande diversité des activités, allant de la recherche fondamentale à la recherche appliquée dans des domaines et des disciplines très variés, tels que la physique nucléaire, la physique des particules, la physique théorique, l'astrophysique, l'étude des matériaux, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la pharmacologie, la médecine nucléaire, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement...

2.3 - LES PRINCIPALES INSTALLATIONS

Pour mener à bien les missions qui lui sont confiées, le Centre CEA Paris-Saclay, site de Saclay, exploite un grand nombre d'installations et de laboratoires parmi lesquels :

- Des installations nucléaires de bases (INB),
- Des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE),
- Des installations relevant du Code de la santé publique,
- Des installations classiques regroupant des laboratoires, des ateliers et des bureaux.

2.3.1 - Les Installations nucléaires de base (INB)

Au 31 décembre 2024, le site de Saclay compte sept INB toutes rattachées à la Direction des énergies (DES). Les INB 50 et 77 dépendent de l'Institut des sciences appliquées et de la simulation pour les énergies bas carbone (ISAS). Les INB 35, 49, 40, 101 et 72 dépendent de l'Unité d'assainissement-démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets de Saclay (UADS), au sein de la Direction des projets de démantèlement, de service nucléaire et de gestion des déchets (DDSD).

Parmi ces 7 INB, seules trois installations présentées ci-dessous sont encore en exploitation.

Le laboratoire d'étude des combustibles irradiés (LECI- INB 50) : il est dédié notamment à la caractérisation de matériaux non fissiles irradiés dans des réacteurs nucléaires de recherche ou de puissance, dispose de trois lignes d'enceintes blindées et d'un parc d'équipements scientifiques destiné à la recherche sur les matériaux pour le nucléaire.



Image 3 : Ligne I du LECI, un laboratoire chaud.
Crédit : PF.Grosjean/CEA.



L'irradiateur gamma Poséidon (INB 77) : il est affecté aux études et prestations de qualification pour les matériaux des réacteurs nucléaires. L'irradiateur Pagure et l'accélérateur Van de Graaf Vulcain le complète dans ses fonctions.

Image 4 : L'irradiateur
Poséidon du LABRA.
Crédit : P.Stroppa/CEA.

La zone de gestion des effluents radioactifs liquides (INB 35) : elle regroupe les moyens d'entreposage et de traitement des effluents aqueux de faible et moyenne activité.

- ✓ Concernant l'entreposage : les anciens effluents anciens sont progressivement évacués dans leurs filières de traitement respectives ; pour ceux de moyenne et haute activité entreposés, les opérations de vidange de la dernière cuve ont été achevées en 2019.
- ✓ Concernant les opérations de traitement : dans la station de traitement des effluents liquides actifs (STELLA) mis en service en 2011, les effluents aqueux de faible activité subissent une évaporation permettant de séparer les « distillats » et les « concentrats » radioactifs, lesquels sont entreposés puis cimentés en vue d'une évacuation vers l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).



Image 5 : Hall de stockage des coques, dit STELLA. Crédit : L.Zylberman/IRSN/CEA.

Les quatre autres INB du CEA Paris-Saclay, site de Saclay présentées ci-après, sont définitivement arrêtées :

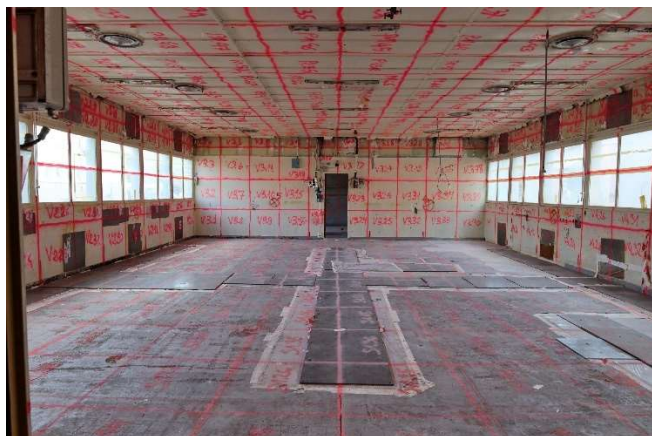


Image 6 : Vue d'une salle en démantèlement dans l'INB49. Crédit : CEA.

Les Laboratoires de haute activité ou LHA (INB 49) : ils avaient pour mission de mettre à disposition des unités utilisatrices du CEA des locaux pour l'implantation d'expérimentations à caractère radioactif. Cette installation qui est aujourd'hui au stade de démantèlement dans le cadre du décret n° 2008-979 du 18 septembre 2008 se compose de cellules en majorité vides et est en cours d'assainissement. Afin de prendre en compte les aires extérieures de l'INB, le CEA a déposé le 17 décembre 2021, une demande de modification de son décret auprès de l'autorité compétente.

Les activités nucléaires qui perdureront dans ce bâtiment après l'obtention du déclassement de l'INB relèvent du régime des ICPE (cellules 6 et 7). La cellule 6 abrite les activités du LASE (Laboratoire d'Analyse en Soutien aux Exploitants) chargé du soutien analytique à tous les niveaux des procédés de collecte, d'entreposage et de traitement des effluents liquides ou des déchets solides du CEA Saclay. Le LASE intervient également en appui des opérations d'assainissement et démantèlement du CEA et ses partenaires.

Le réacteur expérimental Osiris (INB 40) : ce réacteur de type piscine à eau légère (puissance de 70 MW) qui a fonctionné durant 50 ans pour l'irradiation de matériaux et de combustibles sous flux de neutrons afin d'étudier leur comportement dans les centrales nucléaires a été mis à l'arrêt définitif en décembre 2015.

Sa maquette neutronique, le réacteur Isis (puissance de 700 kW), a quant à lui fonctionné jusqu'en mars 2019 pour mener des activités de formation des opérateurs et de qualification d'équipements.



Image 7 : Réacteur Osiris en fonctionnement en 2013, à sa puissance nominale de 70MW. Crédit : PF.Grosjean/CEA.

Le dossier de démantèlement de l'INB déposé initialement par le CEA auprès de l'autorité compétente en octobre 2018, a été revu et redéposé en décembre 2023.

Le réacteur Orphée (INB 101) : ce réacteur mis en service en 1980, dédié à la production de faisceaux de neutrons pour la recherche scientifique, a été mis à l'arrêt définitif en octobre 2019. Le dossier de démantèlement de l'INB déposé initialement par le CEA auprès de l'autorité compétente en mars 2020, a été revu et redéposé en décembre 2023.



Image 8 : Salle de conduite du réacteur Orphée en 2007. Crédit : P.Stroppa/CEA.



La zone de gestion des déchets radioactifs solides (INB 72) : cette installation mise en service en 1971 assurait le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets solides de haute, moyenne et faible activité des installations du site de Saclay, ainsi que l'entreposage de matières et de déchets anciens en attente d'évacuation.

Le décret n° 2022-1107 prescrivant au CEA de procéder aux opérations de démantèlement de l'installation est paru le 2 août 2022 et est entré en vigueur en juillet 2023 à l'approbation du référentiel de sûreté par l'autorité de sûreté.

*Image 9 : Puits déchets à l'INB 72.
Crédit : E.Autin/CEA.*

2.3.2 – Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Le site de Saclay comprend également 10 ICPE radiologiques. Il peut s'agir d'installations dédiées à la R&D ou d'installations de service. Les 8 principales ICPE nucléaires du site (hors cellules 6 et 7 de l'INB 49 décrites précédemment au § 2.3.1) qui font l'objet d'un suivi des rejets radiologiques sont décrites ci-après.

- **DPC 450 (LOT 20) – Laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides (L3MR)** : ce laboratoire de la DES étudie, dans ce domaine, les phénomènes physiques de transport et les phénomènes chimiques d'interactions entre les radionucléides et les matériaux.

- **DPC 391 (LOT 19) – Installation ACTINEO** : cette installation du LANIE (Laboratoire de développement analytique, nucléaire, isotopique et élémentaire) de la DES rassemble des moyens analytiques performants, utilisés aux fins de caractérisation précise des matériaux et combustibles irradiés pour la recherche et le soutien à l'industrie nucléaire. Travaillant sur des échantillons radioactifs, les instruments d'analyse chimique et isotopique de grande précision sont nucléarisés et exploités dans des enceintes de protection.



Image 10 : Hall Actinéo du LANIE. Crédit : L.Godart/CEA.

- **SCBM (Lot 23) – Service de chimie Bio-organique et de marquage** : ce service est un laboratoire de l'Institut de Biologie François Jacob (IBFJ) de la DRF travaillant essentiellement dans le domaine de la chimie organique appliquée à la biologie. Il utilise largement les techniques de marquage isotopique au tritium et au carbone 14.
- **SIMOPRO (LOT 15) – Service d'ingénierie moléculaire des protéines** : ce service travaille, au sein de la direction de la recherche fondamentale, à la mise au point de molécules originales, de nature protéique ou pseudo-peptidique, pouvant avoir des applications en santé humaine. La compréhension des mécanismes moléculaires supportant la fonction de ces protéines s'appuie en partie sur l'utilisation de faibles quantités de marqueurs radioactifs (^3H et ^{14}C essentiellement).
- **LNHB (LOT 1) – Laboratoire national Henri-Becquerel – Métrologie des rayonnements ionisants – Installation DOSEO** : cette installation est une plate-forme unique d'innovation, de formation et de services, dédiée aux technologies de la radiothérapie et de l'imagerie médicale.
- **LEEL (LOT 28) – Laboratoire d'étude des éléments légers (EX-LPS) – Nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie** : ce laboratoire exploite la microsonde nucléaire rattachée anciennement à l'ex-Laboratoire Pierre-Sue (LPS) créé en 1969 conjointement par le CEA et par le CNRS pour exploiter à des fins d'analyse les faisceaux de neutrons des réacteurs Osiris et Orphée, puis équipé d'une microsonde nucléaire en 1993. Il est intégré au service NIMBE (Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la biomédecine et l'Énergie) de l'Institut Rayonnement Matière (IRAMIS) de la DRF



Image 11 : L'accélérateur linéaire médical Elekta de la plateforme Doséo. Crédit : L.Godart/CEA.

- **ADEC (LOT 16) – Atelier de décontamination et d'expertise des colis** : cet atelier était une installation disposant d'infrastructures qui permettait d'accueillir diverses activités en support au fonctionnement des activités nucléaires du centre, notamment de réaliser des opérations d'entretien ou de décontamination. Aujourd'hui, ces activités sont arrêtées et l'installation entrepose des équipements de décontamination ainsi que des colis de déchets de faible activité/Moyenne activité (FA/MA) qui seront pris en charge par le Centre de stockage de l'Aube (CSA).
- **EL3 (LOT 13) – Ancienne pile à eau lourde** : de l'ancien réacteur expérimental à eau lourde, mis en service en 1957 et arrêté en 1979, il reste le bloc réacteur, isolé, qui contient une radioactivité résiduelle en produits d'activation. Cette installation, qui comprend par ailleurs un entreposage d'eau lourde tritiée, fait l'objet d'une simple surveillance.



Image 12 : EL3 est à présent un bâtiment dédiée à l'évènementiel. Crédit : CEA.

Le site CEA de Saclay est une véritable cité qui nécessite pour la conduite de ses activités, des infrastructures et des supports logistiques importants que l'on peut illustrer en quelques chiffres : 500 000 m² SHON (surface hors œuvre nette), 36 km de routes, 12 km de galeries techniques, 27 km de réseau de chauffage, 30 km de réseau électrique, 20 km de réseau de distribution d'eau potable, 11 km de réseau d'eau recyclée, 15 km de réseau d'effluents sanitaires, 14 km de réseau d'effluents industriels, 1 chaufferie, 1 station de traitement des effluents sanitaires, 1 station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée.



Image 13 : La chaufferie du site CEA de Saclay compte deux chaudières au gaz. Crédit : E.Autin/CEA.

- **La chaufferie du site** : Le réseau de chauffage du CEA Saclay, constitué de 91 sous-stations et de l'ordre de 7 500 terminaux de chauffage (radiateurs...) est alimenté par une chaufferie d'une puissance de 50 MW. Cette dernière a été rénovée en 2007 pour améliorer ses performances énergétiques et environnementales : remplacement des générateurs, installations de brûleurs « bas NOx (Oxyde d'azote) », fonctionnement au gaz naturel (fioul domestique en secours).
- **La station de traitement des effluents sanitaires (STES)** : mise en service en 2012, elle a une capacité correspondant au besoin d'une ville de 5 000 habitants. Cette station qui utilise un procédé de filtration membranaire est conçue pour limiter les rejets d'azote et de phosphore dans l'environnement.
- **La station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée** : le site de Saclay dispose également de stations spécifiques de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée. Ce réseau d'eau recyclée est utilisé par les installations du centre

essentiellement pour leurs besoins en eaux de refroidissement. La production d'eau recyclée, d'une capacité nominale de 8 600 m³/jour, est réalisée selon un procédé physicochimique de coagulation/floculation/filtration et est alimentée à partir des eaux brutes provenant du plan d'eau de Villiers et du recyclage des effluents industriels traités.

2.3.3 - Prescriptions réglementaires applicables

Les activités du site de Saclay impliquent des rejets d'effluents atmosphérique et liquide qui sont contrôlés, et dont l'impact est suivi via la mise en place d'un programme de surveillance de l'environnement. Les aspects réglementaires relatifs au contrôle des rejets et à la surveillance de l'environnement du site sont définis dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'exploitation et de décisions ou d'autorisations de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN). Ces textes réglementaires prescrivent d'une part les limites de rejets autorisées aux émissaires ainsi que leurs modalités techniques de réalisation ; d'autre part ces textes fixent également la nature, la localisation et la fréquence des prélèvements à réaliser dans l'environnement du site ainsi que les mesures radiologiques et physico-chimiques à effectuer sur ces derniers.

- **Décision n° 2009-DC-0155 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15 septembre 2009**, homologuée par **l'arrêté interministériel du 4 janvier 2010**, fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents gazeux des installations nucléaires de base (INB) du site CEA de Saclay ; cette décision a été modifiée par **la décision n° 2023-DC-0752 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 avril 2023**, ce qui a modifié les limites de rejets de plusieurs INB à compter de son homologation par arrêté le 14 juin 2023 et de sa notification au CEA.
- **Décision n° 2009-DC-0156 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15 septembre 2009** fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des Installations nucléaires de base du site CEA de Saclay ; cette décision a été modifiée **par la décision n° 2023-DC-0753 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 avril 2023**, ce qui a ajouté à compter, de sa notification au CEA, une prescription supplémentaire relative à la surveillance de l'environnement du site.
- **Arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009** portant autorisation d'exploitation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) présentes sur l'ensemble du site ; il a été modifié par **l'arrêté préfectoral n° 2011-PREF.DRCL.BEPAFI.SSPILL/643 du 24 novembre 2011** portant actualisation des prescriptions de fonctionnement de l'ensemble du site CEA de Saclay, pour tenir compte de l'évolution des rubriques de la nomenclature ICPE, modifier certaines prescriptions sur des analyses physico-chimiques et réviser les prescriptions techniques de quelques installations ; il a ensuite été complété par **l'arrêté préfectoral**

n° 2013-PREF/DRCL/BEPAFI/SSPILL/389 du 9 août 2013 pour encadrer les modalités de gestion de la pollution aux solvants chlorés dans les eaux souterraines au droit du site de Saclay.

Nota : de nouvelles prescriptions de surveillance ayant trait à des modifications non substantielles ont par ailleurs été ajoutées à ces arrêtés par courrier du 23 avril 2018 de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France ((DRIEE) devenue la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports (DRIEAT)).

- **Décision ASN DEP-Orléans-1117-2009 du 8 octobre 2009** autorisant à exploiter les ICPE des cellules 6 et 7 de l'INB 49 et fixe les limites et prescriptions relatives aux rejets d'effluents liquides et gazeux de ces cellules.
- **Autorisations d'exercice d'une activité nucléaire à des fins non médicales** : T910580, T910577 – Ces autorisations définissent notamment les limites de rejets atmosphériques et abrogent celles définies dans l'Arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 pour les lots 15 et 20.

2.4 - LES EFFLUENTS

Les activités du site CEA de Saclay impliquent des rejets d'effluents qui s'effectuent :

- par voie atmosphérique de manière directe dans l'environnement ;
- par voie liquide ; suivant l'origine de l'effluent, les rejets se font soit de manière directe dans l'environnement, soit de manière indirecte lorsque l'effluent est transféré de l'installation émettrice vers une autre installation interne ou externe au CEA (il s'agit dans ce cas de transfert d'effluent).

2.4.1 - Les rejets atmosphériques

2.4.1.1 - ÉMISSAIRES DE REJETS ATMOSPHERIQUES

Les rejets atmosphériques sont dus aux émissions continues libérées par les cheminées des installations. Ces émissions proviennent du fonctionnement permanent des ventilations pour le confinement dynamique des locaux (cascades de dépression vis-à-vis de l'extérieur) et le renouvellement d'air. Des rejets concertés d'effluents radioactifs peuvent également être programmés dans quelques cas particuliers et sous réserve que leur activité soit compatible avec les autorisations en vigueur et que les conditions météorologiques permettent leur bonne dispersion dans l'atmosphère.

En 2024, le site compte 24 émissaires de rejets (hors chaufferies du site). Parmi ces émissaires susceptibles d'émettre dans l'atmosphère des substances radioactives et/ou chimiques, 13 sont dans le périmètre des INB, 11 sont des émissaires situés sur des ICPE ou des installations autorisées au titre du Code de la Santé Publique.

Le tableau 1 rappelle les prescriptions réglementaires concernant les émissaires de rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du site CEA de Saclay pour ceux en fonctionnement en 2024.

Tableau 1 : Les différents émissaires de rejets atmosphériques du site CEA de Saclay.

			Mesures en continu			Prélèvements ponctuels ou en continu, mesures différées						
			Débit	Gaz rares	Aérosols Bêta global	Tritium	Carbone 14	Iodes	Gaz rares	Bêta global	Alpha global	Emetteurs gamma
Les Installations Nucléaires de Base (INB)	INB 35	E 14	X		X	X	X	X		X	X	X
		E 16	X		X	X	X	X		X	X	X
		E27	X		X	X	X	X		X	X	X
	INB 40	E 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	INB 49	E 11	X			X				X	X	X
		E 12	X							X	X	X
	INB 50	E 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		E 4	X		X					X	X	X
	INB 72	E 17 (2)	X			X		X		X	X	X
		E 18	X	X	X	X	X	X		X	X	X
		E19	X	X	X	X		X	X (1)	X	X	X
	INB 101	E 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		E 28	X			X						
Installations hors INB	ICPE I1 – Lot 1	E 1	X	X		X		X		X	X	X
	ICPE I3 – Lot 13	E 3	X			X						
	I16	E 32	X			X		X		X		
	ICPE I105 – Lot 16	E 13	X	X		X	X	X		X	X	X
		LCH	X					X		X	X	X
	ICPE I27 – Lot 19	E 30	X					X		X	X	X
	I128	E 31	X					X		X	X	X
	ICPE I75 – Lot 23	E 8	X			X	X			X		
		E 24	X			X		X		X		
	INB 49- Cellules 6 et 7	E 25	X		X	X		X		X	X	X
		E 26	X	X	X				X	X	X	X

Nota : certaines spécifications encadrent la surveillance de ces rejets

(1) : uniquement lors de rejets concertés

(2) : uniquement lors du fonctionnement

Nota : la surveillance de l'E17 de l'INB 72 a été arrêtée le 15/02/2022 en raison de l'arrêt de l'exploitation de l'installation ; le combustible du massif en lien avec cet émissaire a été évacué et la ventilation stoppée.

2.4.1.2 - MAITRISE DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Avant rejet dans l'environnement, tous les effluents gazeux des installations nucléaires, susceptibles d'être radioactifs, sont filtrés par des dispositifs adaptés à la nature des rejets. Pour les aérosols, les filtres utilisés, dits « THE » (très haute efficacité), sont destinés au piégeage des aérosols, c'est-à-dire à l'ensemble des particules en suspension. Pour ce type de filtre, l'efficacité d'épuration est supérieure à 1 000 pour les poussières les plus pénétrantes (0,15 µm). Les dispositifs pour le piégeage des halogènes sont constitués d'un filtre à lit de charbon actif qui fixe les iodes. Les tests d'efficacité réalisés annuellement à l'iode radioactif permettent de garantir une efficacité au moins égale à 1 000. En revanche, il n'existe pas de procédé capable de piéger les gaz rares chimiquement inertes, le tritium ou encore le carbone 14 rejetés sous forme gazeuse par les émissaires.

La maîtrise des rejets repose sur la limitation des quantités de matières radioactives mises en jeu, la maîtrise des procédés et des systèmes de confinement (ventilation, filtration), ainsi que sur leur surveillance. Cette surveillance des rejets est notamment exercée à l'aide de systèmes de prélèvement pour analyse en différé placés sur les émissaires en aval des systèmes de filtration. Aux systèmes de prélèvement sont associés des appareils de mesure en continu, munis d'alarmes connectées à des tableaux de contrôle des rayonnements.

2.4.2 - Les rejets liquides

Les différents types d'effluents liquides du site CEA de Saclay décrits ci-après qui se distinguent selon leur nature ou leur niveau de radioactivité sont soit rejetés directement à l'environnement, soit transférés à une autre installation pour traitement avant d'être évacués en tant que déchets ou rejetés ensuite à l'environnement de manière indirecte comme le présente la Figure 4 (référence 2024).

- **Les effluents radioactifs** sont collectés et entreposés exclusivement dans des cuves spécifiques, dites « cuves actives », adaptées et situées directement dans certaines installations nucléaires. Après vérification des critères radiologiques et chimiques, ces effluents sont transférés par camion-citerne dans des stations de traitement d'effluents radioactifs du CEA. Pour ce type d'effluents, il n'existe aucun réseau susceptible de conduire à des rejets directs dans l'environnement.
- **Les effluents chimiques** concentrés et les effluents chimiques organiques sont collectés dans des bonbonnes spécifiques dans les installations et évacués vers des éliminateurs agréés ou traités de façon particulière s'ils sont également radioactifs (cas par exemple des liquides scintillants évacués vers l'ANDRA).
- **Les effluents industriels** sont produits par l'exploitation des différentes installations. Ces effluents aqueux rejoignent, via un réseau canalisé spécifique (R5), la station de traitement des effluents industriels du site pour y être traités. En sortie de station, ils aboutissent à la station de production

d'eau recyclée ou par défaut dans la rigole de Corbeville via le point R5 aval (R5a), qui se déverse dans le plan d'eau de Villiers au niveau du point R2.

Parmi ces effluents, ceux susceptibles de contenir quelques traces de radioactivité sont collectés et entreposés dans des réservoirs tampons au niveau de l'installation et ne peuvent être rejetés dans le réseau des effluents industriels que si les activités volumiques mesurées sur un échantillon représentatif sont compatibles avec les valeurs fixées par la Décision ASN n° 2009-DC-156 du 15 septembre et par l'Arrêté préfectoral d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété, qui sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Activités volumiques maximales des paramètres radiologiques autorisées avant rejet par bâchée dans le réseau des effluents industriel R5.

Paramètres radiologiques	Activités volumiques (Bq/L)
Tritium	100 000
Carbone 14	500
Autres émetteurs bêta et gamma	200
Emetteurs alpha	5

Il s'agit d'une gestion des rejets par bâchées. Au-delà de ces valeurs, l'effluent est alors considéré comme étant radioactif et géré en tant que tel comme indiqué ci-dessus. Les bâchées sont également soumises à des règles de rejet concernant leur charge en éléments chimiques en accord avec les prescriptions imposées par l'arrêté d'exploitation modifié et complété. Les concentrations maximales pour les rejets par bâchées doivent permettre de respecter les limites mentionnées au tableau 11 pour chaque paramètre physico-chimique au niveau de l'exutoire final (R7).

- **Les effluents sanitaires** de l'ensemble des bâtiments sont dirigés via un réseau spécifique de collecte (R4) vers la station de traitement des effluents sanitaires du site. Celle-ci met en œuvre un procédé de traitement par boues activées et filtration membranaire qui améliore notablement les performances de traitement des pollutions azotées et phosphorées. En sortie de station, les effluents traités rejoignent soit la station de production d'eau recyclée, soit la rigole de Corbeville en amont du plan d'eau de Villiers.
- **Les eaux pluviales** collectées dans un réseau séparatif se déversent pour une part via la rigole de Corbeville (point R6) dans le plan d'eau de Villiers, qui alimente l'aqueduc des Mineurs (R7) et sert de réserve pour la station d'eau recyclée (R3), et d'autre part dans l'ovoïde nord (R8) qui récupère également, en période chaude, les eaux de refroidissement des groupes froids du réacteur de recherche Osiris.

Nota : les rejets de l'installation nucléaire de base INB 29 (CURIUM PHARMA) transitent via le réseau des effluents industriels (R5) et sont donc aussi comptabilisés au travers des autres réseaux du site (R3 et R7). Les eaux de pluie et les effluents sanitaires de l'INB29 sont respectivement collectés via le réseau R4 et le réseau R6 du site de Saclay.

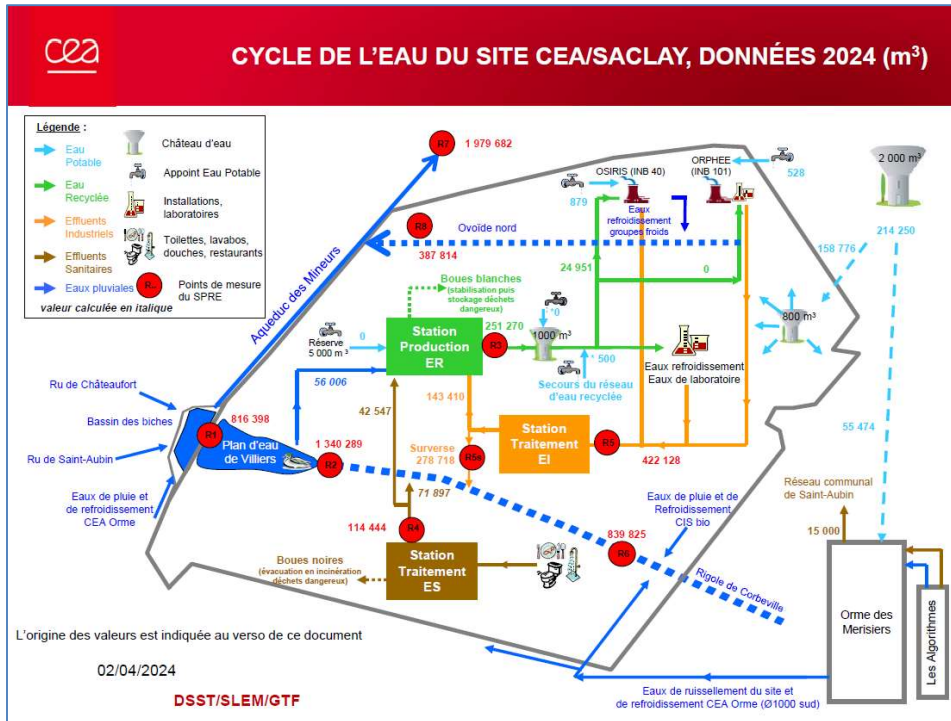


Figure 4 : Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets du site CEA de Saclay (Volume exprimé en m³).

Les effluents issus des réseaux R4, R5, et R6 rejetées au point R1 par surverse du plan d'eau de Villiers du site de Saclay, et ceux issus du réseau R8 via l'ovoïde nord, aboutissent dans l'aqueduc des Mineurs (Réseau R7), exutoire final des effluents vers le milieu récepteur qui collecte également les deux

rigoles agricoles de Saint-Aubin et de Châteaufort. Ces eaux débouchent ensuite via l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux de Saclay en communication par trop-plein avec l'étang Neuf qui se déverse à son tour dans le ru de Vauhallan, affluent de la Bièvre (Figure 5).

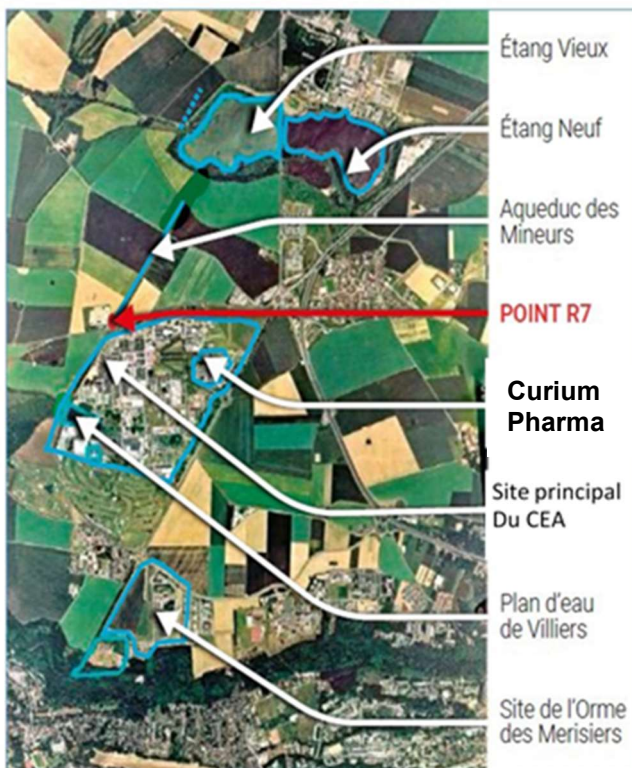


Figure 5 : Vue aérienne du cheminement des effluents liquides vers l'extérieur du site de Saclay.

Nota : le point R7 indiqué en rouge sur la figure est la zone de sortie de site des effluents liquides

2.5 - LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Outre la surveillance des installations et des différents réseaux d'eau du site, le CEA est tenu de surveiller l'environnement en différents points extérieurs de prélèvements pour mesures radiologiques et physico-chimiques déclinés ci-dessous :

- Débit d'exposition du rayonnement gamma : à la clôture du site en 20 points,
- Débit d'exposition du rayonnement gamma, prélèvements des poussières atmosphériques sur filtre, des halogènes piégés sur charbon actif, du tritium par barbotage dans l'eau ainsi que du carbone 14 par barbotage dans la soude (uniquement pour SAC), et prélèvements de végétaux : en 4 stations dans un rayon de 2 km autour du site (Saclay-Village, Saint-Aubin, Orsigny, Villiers-le-Bâcle),
- Précipitations atmosphériques : en 2 stations dans un rayon de 2 km autour du site (Saclay Village et Saint-Aubin),
- Lait : en 2 lieux (fermes de Viltain et de Coubertin),
- Terre : un seul point, la station à Saclay-Village,
- Productions agricoles : fruits et légumes des exploitations agricoles du plateau de Saclay,
- Eaux de surface : en 9 points,
- Sédiments : en 6 points,
- Poissons et flore aquatique : en 2 points (Étang Vieux et Étang Neuf),
- Eaux souterraines : en 14 forages implantés sur le site et en 13 forages extérieurs.

3 - LE CONTROLE DE REJETS D'EFFLUENTS DU SITE

En application des prescriptions individuelles du site de Saclay plusieurs types d'autorisations de rejets existent, notamment pour les émissions :

- De radionucléides par voie gazeuse et par installation,
- De composés chimiques par voie gazeuse et par installation,
- De radionucléides par voie liquide et par installation,
- De radionucléides par voie liquide en sortie de centre,
- De composés chimiques par voie liquide en sortie de centre.

À ces autorisations s'ajoutent celles relatives à différents réseaux d'eau du site. Les valeurs limites d'autorisation sont rappelées dans la suite du bilan au regard des résultats de mesure relatifs au contrôle des rejets.

3.1 - REJETS DES EFFLUENTS ATMOSPHERIQUES

3.1.1 - Cadre réglementaire

Concernant les rejets de radionucléide par voie atmosphérique, le tableau 3 décline par installation concernée, la valeur des limites autorisées annuellement dans les effluents en gaz rares, tritium, carbone-14, halogènes (isotopes de l'iode), et pour les autres émetteurs bêta-gamma.

Tableau 3 : Limites annuelles autorisées en rejets atmosphériques (en GBq/an).

	REJETS GAZEUX - limites autorisées par installation en GBq				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35		1000	98,6	0,10	0,0020
INB 40	10000	2000	20	0,50	0,010
INB 49		900	0,4		0,010
INB 50	20000	5000		0,10	0,010
INB 72	18000	2400	1	0,020	0,0050
INB 101	30000	5000	10	0,020	0,0030
ICPE Cel. 6 INB 49		100		0,015	0,0010
ICPE Cel. 7 INB 49	5000				
TOTAL INB	83000	16400	130	0,76	0,041
ICPE - I1 Lot 1	2000	20		0,0036	0,0010
ICPE - I246 Lot 13		8			
I16		100		0,0002	
ICPE - I105 Lot 16		150	3	0,010	0,035
ICPE - I27 Lot 19	3			0,0005	0,0002
I128				0,0004	0,0008
ICPE - I75 Lot 23		65000	1900	0,022	0,18
TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7	2100	66000	1900	0,035	0,23
Total site de Saclay	85100	82400	2030	1	0

Afin d'être alerté précocement sur de potentiels dépassements en fin d'année et de réguler le flux de rejet pour l'année, les installations sont également soumises à des autorisations de rejet mensuelle. Il est rappelé qu'en 2023 les limites réglementaires en carbone 14 ont été modifiées dans les INB 35, 72 et 101 pour prendre en compte une évolution des activités de ces installations et des rejets constatés les années précédentes (Décision n°2023-DC-0752 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 avril 2023 modifiant la décision n° 2009-DC-0155 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15 septembre 2009).

3.1.2 - Prévisions des rejets atmosphériques des INB

Comme prévu par la « Décision environnement » en application de l'« Arrêté INB », chaque INB du site de Saclay fixe ses limites prévisionnelles de rejets. Pour l'année 2024, les prévisions de rejets radiologiques et chimiques par voie atmosphérique des INB concernées sont présentées respectivement dans les Tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Limites prévisionnelles de rejets radiologiques (en Bq) des INB du site de Saclay pour 2024.

	REJETS GAZEUX - limites prévisionnelles par installation en Bq				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35		5,00E+10	2,00E+10	2,00E+05	2,00E+05
INB 40	1,00E+12	5,00E+10	5,00E+08	7,00E+05	1,00E+06
INB 49		3,00E+09	4,00E+08		2,00E+05
INB 50	3,50E+12	5,00E+10		7,00E+05	4,00E+06
INB 72	5,00E+10	3,00E+11	1,00E+09	6,00E+05	2,00E+05
INB 101	5,00E+11	1,50E+12	1,50E+09	4,00E+05	2,00E+05

Trois INB du site de Saclay sont concernées soit pour une substance chimique spécifique, à savoir l'ammoniac (NH_3) ou l'ozone (O_3), soit pour la famille de composés chimiques que sont les composés organiques volatils (COV).

Tableau 5 : Limites annuelles chimiques autorisées dans les rejets atmosphériques du site de Saclay.

INB	Composés chimiques	Concentration (mg/m^3)	Flux annuel (kg)
IN 35	Ammoniac (NH_3)	50	250
INB 77	Ozone (O_3)	24	300
ICPE Cel. 6 INB 49	Composés Organiques Volatils (COV)	4	16

Les activités de l'INB35 impliquent des rejets d'ammoniac lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella.

3.1.3 - Surveillance de la radioactivité des rejets atmosphériques

La mesure et la comptabilisation des rejets radioactifs atmosphériques sont réalisées de la manière suivante :

- Pour chaque catégorie de rejets sont mesurés et comptabilisés systématiquement les radionucléides constituant le spectre de référence de chaque installation ; les spectres de référence des catégories de rejets gazeux des installations comprennent de 1 à 3 isotopes, le tritium et le carbone 14 sous forme de gaz étant par ailleurs eux-mêmes deux catégories distinctes
- Même s'ils ne sont pas détectés, c'est-à-dire lorsque le résultat de la mesure est inférieur au seuil de décision (SD), il est attribué aux radionucléides constituant les spectres de référence des résultats de mesure égaux aux seuils de décision et ils sont comptabilisés dans les rejets ;
- Les radionucléides ne faisant pas partie des spectres de référence ne sont en revanche comptabilisés que lorsqu'ils sont détectés, c'est-à-dire lorsque le résultat de la mesure est supérieur au SD.

Selon les installations et les catégories considérées, la radioactivité des rejets atmosphériques est fréquemment non décelable. Les règles de mesure et de comptabilisation présentées ci-dessus conduisent donc à majorer la valeur des rejets réels.

Nota : en mesure nucléaire, le seuil de décision (SD) 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.

3.1.3.1 – REJETS RADIOLOGIQUES ATMOSPHERIQUES ANNUELS COMPARES AUX VALEURS LIMITES AUTORISEES

Les tableaux 6 et 7 présentent les rejets comptabilisés pour 2024 en activité rejetée et en pourcentage des limites annuelles autorisées. Outre les gaz rares qui se dissipent dans l'air et sont sans conséquence sur les autres composantes de l'environnement, c'est le tritium qui prédomine très largement dans les rejets atmosphériques du site CEA de Saclay comme prévu par les limites prévisionnelles (Tableau 4).

Aucune limite de rejets atmosphériques, qu'elle soit pour le site ou par installation, n'a été dépassée en 2024, aussi bien en autorisation annuelle que mensuelle.

Tableau 6 : Rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2024.

	Rejets gazeux 2024 (en GBq)				
	GAZ RARES	TRITIUM H-3	CARBONE-14	IODES	BETA GAMMA
INB 35		3,17E+01	4,21E+00	1,38E-04	1,17E-04
INB 40	5,77E+02	1,56E+01	2,26E-01	4,72E-04	5,20E-04
INB 49		3,20E-01	2,02E-01		7,37E-05
INB 50	2,64E+03	5,96E+00		8,22E-04	1,31E-03
INB 72	4,67E+01	7,12E+01	1,74E-01	5,35E-04	1,35E-04
INB 101	1,26E+02	8,00E+02	3,79E-01	3,45E-04	9,89E-05
ICPE Cel. 6 INB 49		1,09E-01		1,77E-04	4,70E-05
ICPE Cel. 7 INB 49	1,24E+00				2,58E-05
TOTAL INB	3,39E+03	9,25E+02	5,19E+00	2,49E-03	2,33E-03
ICPE - I1 Lot 1	7,32E-04	8,53E-01		3,65E-04	9,76E-05
ICPE - I246 Lot 13		1,17E+00			
I16		1,30E-01		4,29E-05	
ICPE - I105 Lot 16		1,48E+01	3,92E-01	6,13E-04	3,60E-04
ICPE - I27 Lot 19				1,47E-04	4,08E-05
I128				5,23E-05	4,44E-05
ICPE - I75 Lot 23		5,30E+03	2,49E+01	2,34E-04	1,90E-02
TOTAL ICPE (hors Cel. 6 et 7)	7,32E-04	5,31E+03	2,53E+01	1,45E-03	1,96E-02
TOTAL CEA Saclay	3,39E+03	6,24E+03	3,05E+01	3,94E-03	2,19E-02

Tableau 7 : Part des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2024 par rapport aux valeurs limites autorisées.

	Rejets gazeux 2024 (en % de la limite annuelle autorisée)				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35	-	3,2%	4,3%	0,1%	5,9%
INB 40	5,8%	0,8%	1,1%	0,1%	5,2%
INB 49	-	0,04%	50,5%	-	0,7%
INB 50	13,2%	0,1%	-	0,8%	13,1%
INB 72	0,3%	3,0%	17,4%	2,7%	2,7%
INB 101	0,4%	16,0%	3,8%	1,7%	3,3%
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,1%	-	1,2%	4,7%
ICPE Cel. 7 INB 49	0,025%	-	-	-	-
TOTAL INB	4,1%	5,6%	4,0%	0,3%	5,7%
ICPE - I1 Lot 1	0%	4,3%	-	10%	10%
ICPE - I246 Lot 13	-	15%	-	-	-
I16	-	0,1%	-	21%	-
ICPE - I105 Lot 16	-	10%	14%	6,1%	1,0%
ICPE - I27 Lot 19	-	-	-	29%	18%
I128	-	-	-	13%	5,6%
ICPE - I75 Lot 23	-	8,2%	1,3%	1,1%	11%
TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7	0,0%	8,1%	1,33%	4,2%	9%
% des autorisations totales du CEA Saclay	4,0%	7,6%	1,50%	0,50%	8,1%

3.1.3.2 - ANALYSE DETAILLEE DES CATEGORIES DE REJETS RADIOLOGIQUES ATMOSPHERIQUES

La Figure 6 présente l'évolution des différentes catégories de rejet radiologiques atmosphériques des installations du site de Saclay depuis 2020. La répartition par INB de 4 catégories de rejets radiologiques est indiquée par installation sur la figure 7.

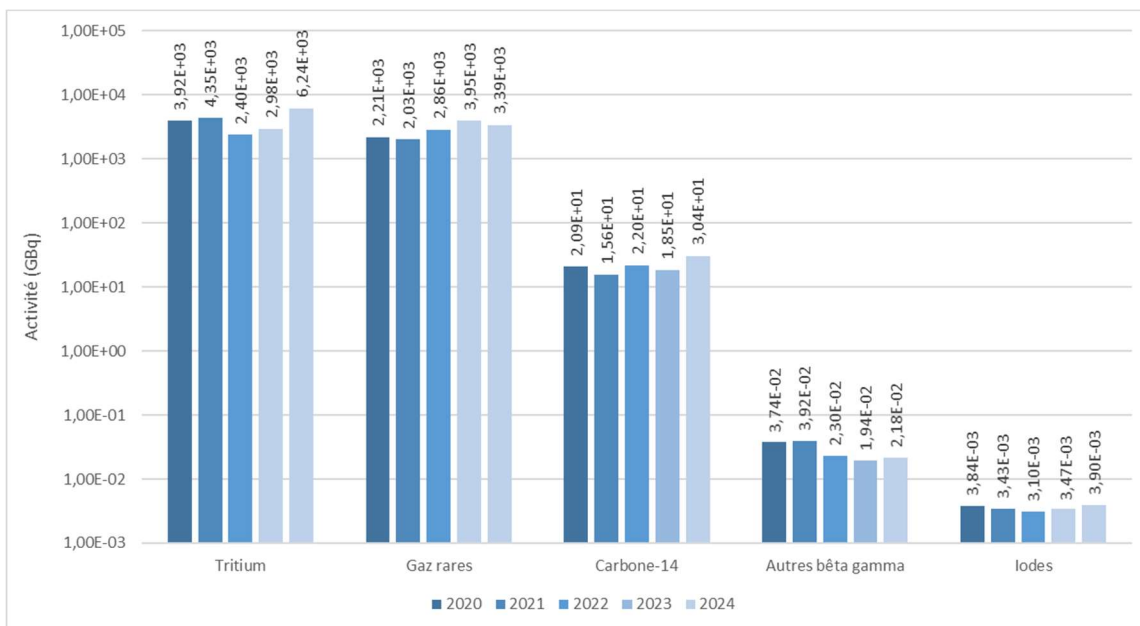


Figure 6 : Evolution des rejets radiologiques atmosphériques des installations du site de Saclay depuis 2020

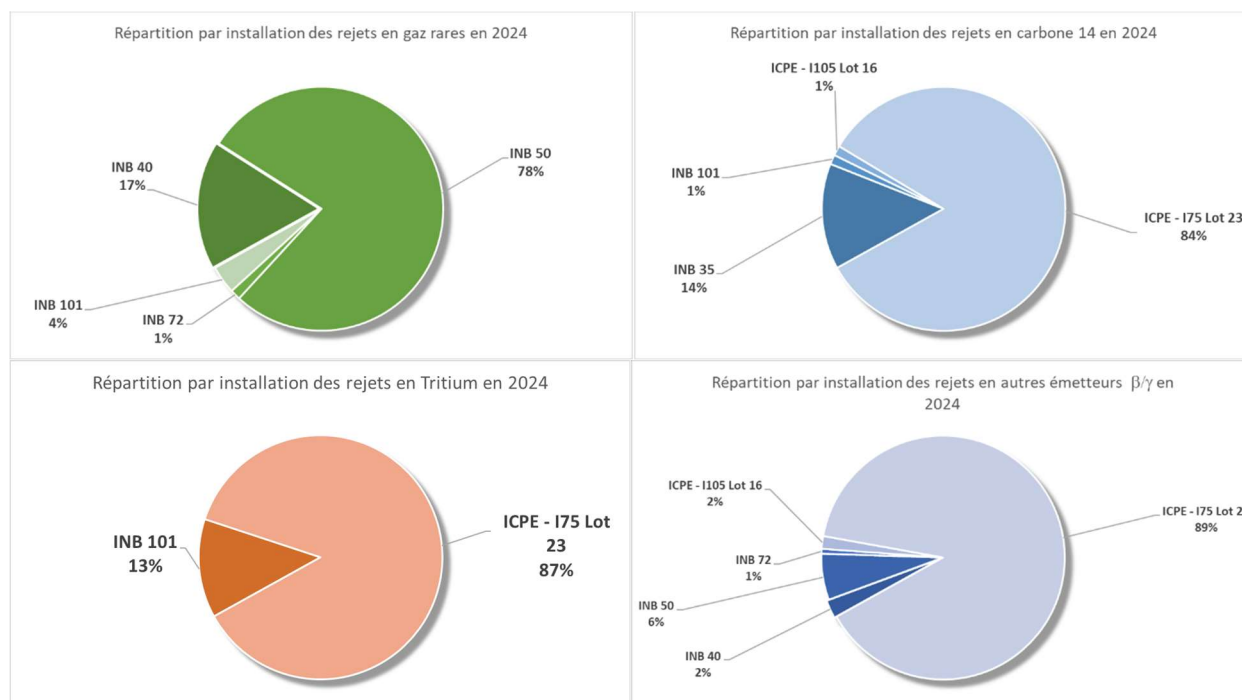


Figure 7 : Répartition par installation en 2024, des activités en gaz rares, tritium, Carbone 14 et autres émetteurs bêta-gamma

- Rejets en gaz rares

En 2024, le site de Saclay comptabilise une activité de 3,39 TBq de gaz rares dans ses rejets atmosphériques. Cette valeur a diminué de 14 % par rapport à celle de l'année 2023 et reste inférieure à la limite réglementaire.

Le principal gaz rare radioactif détecté est le Krypton-85 (cf. figure 8) (^{85}Kr , période de 10,7 ans) au niveau du Laboratoire d'études des combustibles irradiés (Leci – INB 50). L'installation n'a pas reçu, manipulé ou usiné de combustible frais en 2024 ce qui signifie que le signal mesuré par la balise n'est pas lié à la mesure de Kr-85. L'hypothèse retenue est que l'activité calculée en Krypton-85 correspond à une dérive de mesure des équipements (chambres différentielles) utilisés pour surveiller l'émission de gaz rares dans l'installation.

Comme présenté en figure 8, de l'Argon-41 (^{41}Ar , période de 1,8 heure) et du Xénon-133 (^{133}Xe , période de 5,2 jours) sont également mesurés au niveau d'OSIRIS (INB 40), et de l'Argon-41 dans une moindre mesure au niveau d'ORPHEE (INB 101). Les résultats de mesure obtenus sont majoritairement inférieurs aux SD. Ils correspondent aux fluctuations du bruit de fond d'origine naturelle de l'air, des réacteurs à l'arrêt depuis 2015 pour OSIRIS et 2019 pour ORPHEE. En effet, il n'y a plus de combustible dans ces deux installations ni de génération de neutrons qui étaient à l'origine de ces radionucléides.

Les rejets en gaz rares avérés du site de Saclay proviennent essentiellement de l'émission de Radon-222 (^{222}Rn , période 3,8 jours) émis principalement par l'INB 72 du fait de son entreposage de Radium-226 (^{226}Ra , période 1600 ans), avec 48 GBq émis à l'atmosphère.

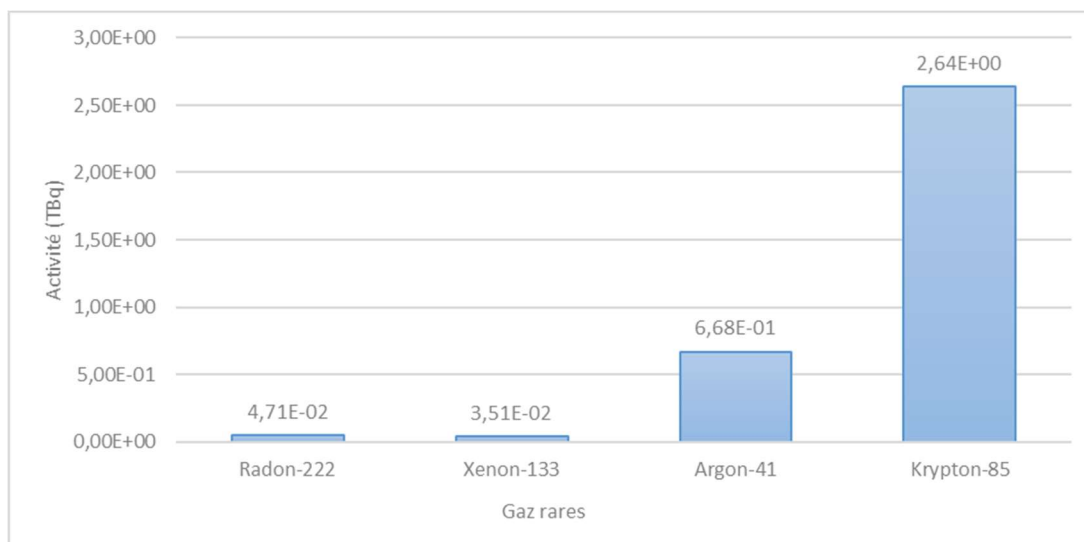


Figure 8 : Répartition des activités en gaz rare (TBq) dans les rejets atmosphériques des INB du site de Saclay en 2024.

- Rejets en tritium et en carbone-14

Le CEA comptabilise 6,2 TBq de tritium et 30 GBq de carbone 14 émis en 2024. Les rejets en tritium (^3H , période de 12,3 ans) et en carbone-14 (^{14}C , période 5730 ans) sont principalement attribuables aux recherches menées par le Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) ; et dans une

moindre mesure de l'INB 101 Orphée contribue encore aux rejets tritium du site du fait de la présence d'un réservoir d'effluent tritié issu d'un procédé à l'arrêt du réacteur, et de l'INB 35 aux rejets en carbone-14.

Après la baisse de 2019, les activités rejetées sont relativement stables depuis comme le montre la Figure 6. En 2024, une augmentation d'activité de 109 % en Tritium et de 65 % Carbone-14 dans les rejets du site par rapport à 2023 est observée et a pour origine une augmentation des campagnes de marquage par l'ICPE qui réalise ces marquages isotopiques.

En 2024, seules 2 évènements, dont les rejets sont issus du SCBM, ont un impact au niveau des prélèvements atmosphériques au niveau des stations de surveillance de l'environnement, à savoir, l'une à Villiers le Bâcle en période 8-I, et l'autre à Saclay en période 12-I. Toutes les autres mesures des prélèvements atmosphériques sont en SD pour le tritium. Le tritium émis par le CEA de Saclay n'est donc que très peu détecté dans l'environnement du fait de la baisse des niveaux d'activité rejetée et de la dispersion. En revanche, le rabattement par des phénomènes météorologiques spécifiques (précipitations, gradient thermique...) contribue, à l'inverse, à sa détection, et notamment dans les pluies prélevées au niveau de 2 des stations de surveillance de l'environnement (Saclay et Saint Aubin).

- Activités en iodes

En 2024, le site de Saclay comptabilise 3,9 MBq d'iode dans ses rejets atmosphériques. Cette activité en iode est principalement liée à un cumul de résultats en Iode 131 (^{131}I , période de 8 jours) mesurés en SD. L'activité en iode du site de Saclay a pour principale origine les tests réalisés afin de mesurer l'efficacité des pièges à iode localisés dans les installations qui en sont pourvus.

Nota : Il a été observé quelques résultats de mesure supérieurs au SD en Iode-125 (^{125}I , période de 59,9 jours) qui ont comme source un laboratoire qui effectue des marquages de molécules organiques ; le cumul de ces mesures est néanmoins très négligeable par rapport à celui de l'iode-131 mesuré en SD.

- Activités des autres émetteurs bêta-gamma

En 2024, le site de Saclay comptabilise 21,9 MBq en émetteurs bêta-gamma émis à l'atmosphère.

Les radionucléides émetteurs bêta-gamma mesurés dans les rejets atmosphériques du site de Saclay sont le Cobalt-60 (^{60}Co , période 5,27 ans), l'Antimoine-125 (^{125}Sb , période 2,73 ans), le Césium-137 (^{137}Cs , période 30,2 ans), le Mercure 203 (^{203}Hg , période 46,6 jours) et le Carbone-14 (cf. figure 6).

Exception faite des activités en Carbone-14, la comptabilisation des activités de ces radionucléides dont les résultats de mesure sont systématiquement inférieurs aux SD, résulte donc d'un cumul de SD. Le seul rejet réel en émetteur bêta-gamma du site provient de l'ICPE effectuant des recherches sur les molécules marquées qui rejette non seulement du Carbone-14 sous forme de gaz, mais également sous forme d'aérosols.

En conclusion, l'évolution globale des rejets radiologiques atmosphériques du site est en très légère augmentation depuis 2020, exception faite des activités en émetteurs beta gamma, en gaz rares et en iodes qui restent stables.

3.1.4 – Surveillance physico-chimique des rejets atmosphériques

Bien que les installations utilisent des produits chimiques, les quantités mises en œuvre sont relativement faibles et concernent principalement les rejets liquides. En dehors des chaufferies du site, seules trois INB sont réglementées pour leurs rejets gazeux non radioactifs (cf. Tableau 5). La Figure 9 présente pour chaque installation concernée, l'évolution depuis 2021 des rejets en NH₃, O₃ et en COV.

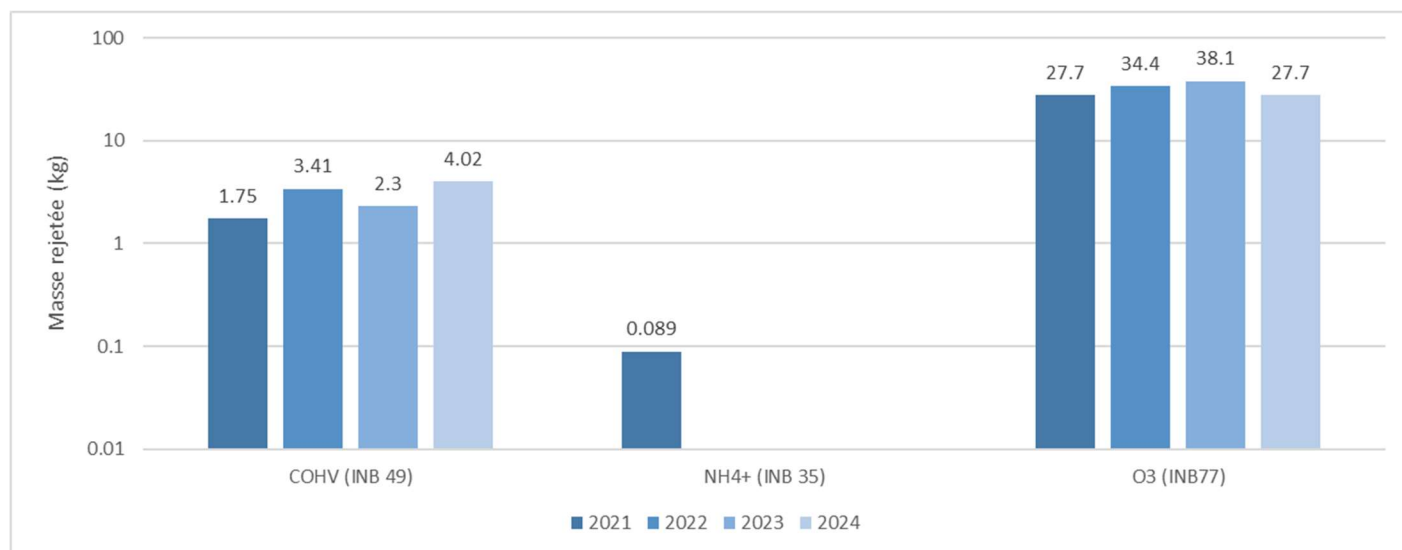


Figure 9 : Evolution depuis 2021 des rejets du site de Saclay en composés chimiques réglementés.

Dans le cadre de son activité de gestion des effluents liquides du site de Saclay, l'atelier STELLA de l'INB 35 émet des rejets d'ammoniac à l'atmosphère lors de campagne de prétraitement chimique. L'INB 35 n'a pas réalisé de campagne de traitement chimique depuis 2021. Par conséquent, cette INB n'a pas eu de rejet en ammoniac depuis cette date.

L'INB 77, possède trois irradiateurs, à savoir Poséidon, Pagure et Vulcain qui émettent de l'ozone. En 2024, le flux d'ozone annuel rejeté respectivement par ces irradiateurs est évalué à 27,7 kg, ce qui correspond à 9,2 % de l'autorisation annuelle.

Enfin, dans le cadre de ses activités, la cellule 6, ICPE de l'INB 49, utilise des solvants organiques qui sont des composés organiques volatils. Les principaux produits consommés en 2024 sont l'Ultima-gold LLT, le Carbosorbe, l'éthanol, le toluène, le méthanol et le chloroforme. La quantité maximale rejetée dans l'atmosphère en 2024 est de 4 kg, ce qui correspond à 25 % de son autorisation annuelle.

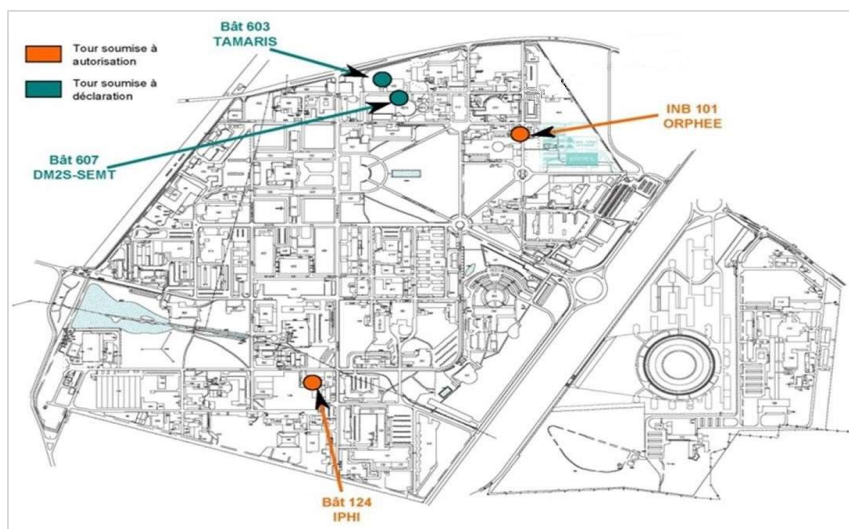
En 2024, la concentration moyenne majorante en sortie de cheminée après filtration est de 1,87 mg/m³, soit 47% de la concentration réglementaire autorisée. L'augmentation constatée est liée à une campagne d'analyse qui a nécessité plus de produits émettant des COHV.

En 2024 comme chaque année, les rejets chimiques atmosphériques des INB du site de Saclay sont faibles, et respectent par conséquent les quantités et concentrations limites réglementaires autorisées annuellement.

L'augmentation constatée est liée à une campagne d'analyse qui a nécessité plus de produit émettant des COHV.

3.1.5 - Contrôle des légionnelles dans les tours aéroréfrigérantes

Le site de Saclay comprend actuellement 4 installations qui disposent de circuit primaire de type fermé refroidi par des tours aéroréfrigérantes (TAR). Ces installations font l'objet d'une surveillance du taux en légionnelles avec une périodicité qui dépend de leur statut. Comme présenté figure 10, il s'agit d'une installation dans le périmètre de l'INB 101 et de 3 ICPE au titre de la rubrique 2921.



- L'INB 101 (ORPHEE) possède deux tours aéroréfrigérantes (EA1 et EA2) soumises à déclaration avec contrôle périodique ;
- Les deux ICPE du bâtiment 603 (Tamaris) et du bâtiment 607 (Hall mécanique) possèdent chacune une tour aéroréfrigérante soumise à déclaration avec contrôle périodique ;
- L'ICPE du bâtiment 124 qui comprend une tour aéroréfrigérante soumise à enregistrement.

Figure 10 : Implantation des tours aéroréfrigérantes sur le site de Saclay.

Les prélèvements des échantillons, leur transport et leur analyse sont réalisés conformément à la norme NF T90-431 par des laboratoires certifiés par le ministère chargé de la Santé pour le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine et par des laboratoires accrédités COFRAC pour le paramètre « Legionella ».

En 2024, pour les quatre installations du site, la mesure du taux en légionnelles est systématiquement inférieure à 1000 UFC/L.

Le traitement des circuits pour la prévention contre la prolifération des algues, des champignons et des bactéries en particulier des légionnelles est effectué au moyen de produit biocide dont la quantité utilisée est suivie annuellement par installation.

La consommation totale de substances biocides et d'agents anticorrosion utilisées en 2024 sont respectivement de 960 kg et 462 kg avec comme consommateur majoritaire l'ICPE du bât. 124 du fait des missions du département des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme

3.1.6 - Émissions des chaufferies du site

La chaufferie principale du site et les chaufferies annexes ne génèrent aucun rejet radioactif à l'atmosphère. Néanmoins, du fait qu'elles rejettent des gaz à effet de serre (GES), une évaluation des effluents atmosphériques chimiques a été mise en place.

Depuis le 1^{er} novembre 2018, une chaudière à cogénération (COGESTAR) est implantée à proximité de la chaufferie CEA : elle fournit de la chaleur sur le réseau primaire du site CEA pendant la période de chauffe, ainsi que de l'électricité alimentant le réseau électrique extérieur au CEA pendant toute l'année. Les chaudières annexes du CEA ne fonctionnent plus qu'en appoint si les besoins du site le nécessitent.

En 2024, la chaufferie du site a fonctionné du 1^{er} janvier au 29 avril 2024 puis du 31 octobre au 31 décembre 2024. La figure 12 présente le bilan des GES émis depuis 2019 par les chaufferies situées sur le site de Saclay uniquement pour le chauffage du site de Saclay ; les données incluent les émissions de la nouvelle installation de cogénération (gaz) rapportées à la quantité de chaleur fournie au site. Il présente également la masse de poussière émise sur l'année 2024. Les émissions brutes de polluants et de poussières de la chaufferie du site de Saclay restent relativement stables d'une année sur l'autre depuis 2020.

Concernant les émissions de CO₂ corrigée de l'IRC (Indice de rigueur climatique), après une période avec une décroissance perceptible, ces émissions restent stables depuis 10 ans autour d'une valeur annuelle moyenne d'émission de 12647 tonnes, avec un minimum de 10305 tonnes en 2006 et un maximum en 2019 de 13894 tonnes (Figure 11).

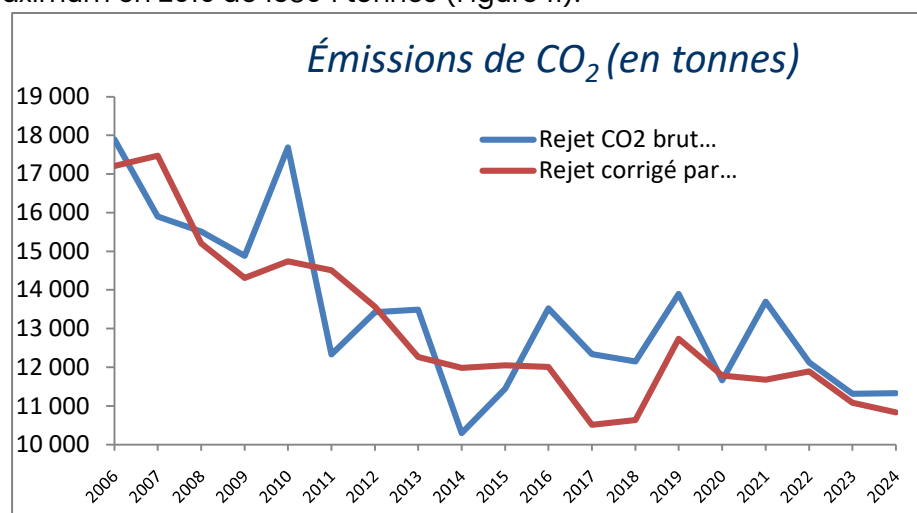


Figure 11 : Évolution des émissions (en Tonnes) de dioxyde de carbone de 2006 à 2024.

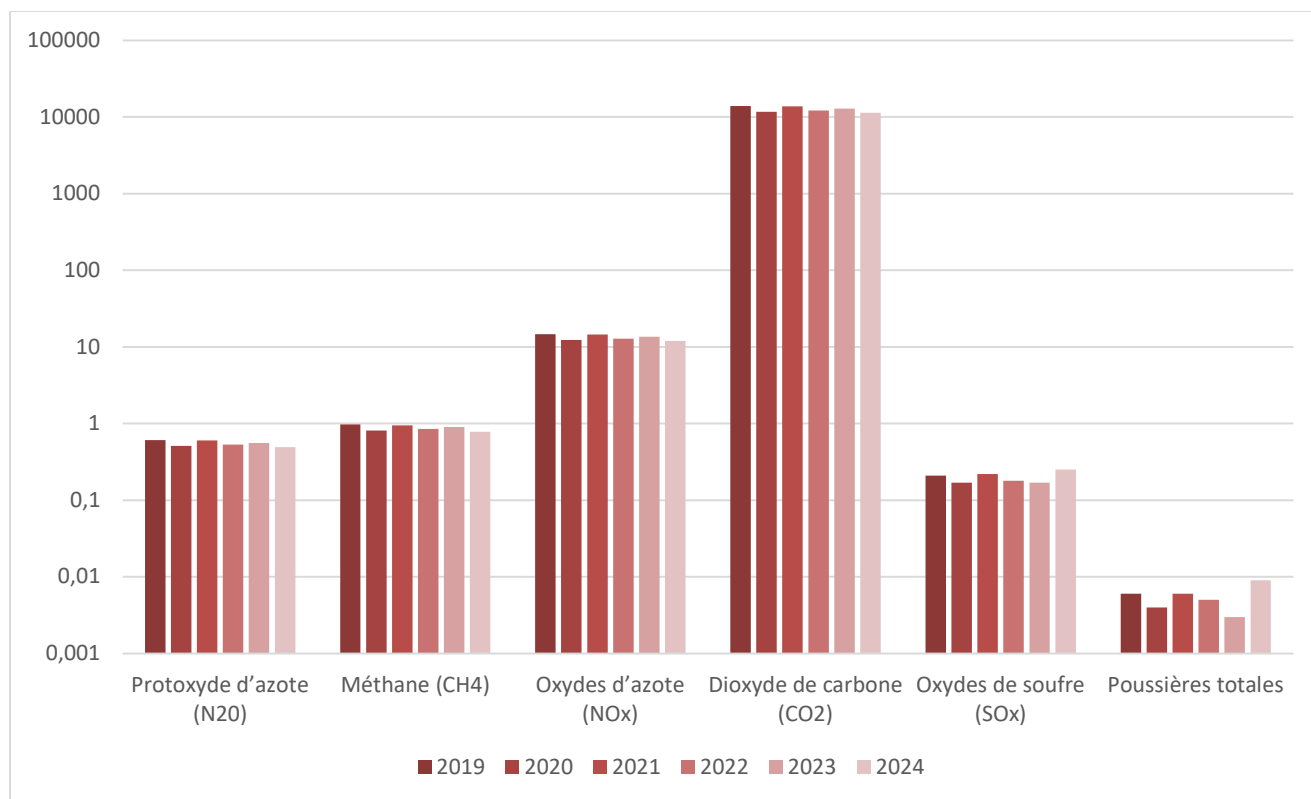


Figure 12 : Quantité (en Tonne) de GES émise depuis 2019 par le site de Saclay pour le chauffage des bâtiments.

3.2 – REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES

3.2.1 – Rejets liquides radiologiques

Les transferts par bâchées dans le réseau des effluents industriels/R5 via les cuves tampons. Parce que les INB du site de Saclay n'effectuent pas de rejets directs dans l'environnement (exception faite des eaux des circuits de refroidissement de l'INB 40), mais transfèrent leurs effluents liquides radiologiques vers les stations de traitement dédiées, elles ne sont donc pas concernées par l'établissement de limites prévisionnelles radiologiques annuelles au titre de la « Décision environnement » en application de « l'Arrêté INB ».

Tableau 8 : Limites annuelles radiologiques autorisées par installation et en sortie de site dans les rejets liquides du site de Saclay (en MBq), et volume de rejet autorisé (en m3).

	Volumes rejetés	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35	3,60E+03	2,00E+00	2,00E+05	6,00E+02	1,00E+02	5,00E+02
INB 40	5,50E+03	5,00E+00	5,00E+02	1,00E+01	-	2,00E+01
INB 49	3,50E+03	1,00E-01	3,00E+01	2,00E+01	-	6,00E-01
INB 50	5,00E+02	1,00E-01	5,00E+00	5,00E-01	-	5,00E-01
INB 72	4,00E+02	1,00E-01	3,00E+02	1,00E+00	-	3,00E+00
INB 77	6,00E+02	1,00E-01	1,00E+01	-	-	2,00E+00
INB 101	3,00E+04	1,00E+00	4,00E+04	-	-	5,00E+00
TOTAL INB	4,41E+04	8,40E+00	2,41E+05	6,32E+02	1,00E+02	5,31E+02
TOTAL ICPE	-	1,65E+00	5,09E+03	1,16E+02	-	2,52E+00
Total site CEA Saclay	4,41E+04	1,01E+01	2,46E+05	7,47E+02	1,00E+02	5,34E+02
Sortie de site CEA Saclay (Point R7)	2,00E+06	2,00E+02	2,50E+05	2,00E+03	5,00E+02	

Par ailleurs, l'arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 modifié et complété fixent également pour les différents réseaux d'effluents liquides du site de Saclay et en particulier pour le point R7 de sortie de site, des valeurs limites d'activité volumique pour les cinq catégories de rejets radiologiques du site. Il fixe également pour ces mêmes effluents, des valeurs limites de concentration et de flux pour plus de 30 paramètres physico-chimiques (cf. tableau 11).

Tableau 9 : Activités (en MBq) et volumes (m3) des rejets liquides des installations du site de Saclay en 2024 comparés aux valeurs limite autorisées.

	Volumes rejetés	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35	7,1	3,86E-05	9,32E-02	2,49E-02	5,86E-03	3,12E-02
INB 40	0	pas de rejet de l'INB40 en 2024				
INB 49	4,5	5,63E-05	1,71E-01	1,21E-02	-	8,25E-03
INB 50	10	4,77E-04	4,10E-01	2,86E-02	-	2,03E-02
INB 72	19	1,45E-03	1,08E+00	5,60E-02	-	4,52E-02
INB 77	0	pas de rejet de l'INB77 en 2024				
INB 101	0	pas de rejet de l'INB101 en 2024				
TOTAL INB	41	2,02E-03	1,76E+00	1,22E-01	5,86E-03	1,05E-01
TOTAL ICPE	174	7,60E-04	2,43E+01	2,07E+00	-	2,30E-01
Total site CEA Saclay	214,65	2,78E-03	2,61E+01	2,19E+00	5,86E-03	3,35E-01
% des autorisations du site CEA Saclay	0,09%	0,03%	0,01%	0,29%	0,01%	0,06%

En 2024, les réacteurs OSIRIS (INB 40) et ORPHEE (INB 101) respectivement à l'arrêt depuis 2015 et 2019, ainsi que le LHA (INB 49) en démantèlement depuis 2008 n'ont pas eu de rejet liquide via le réseau des effluents industriel/R5.

Par contre l'INB 40 a utilisé 24 951 m³ d'eau recyclée/R3 pour refroidir les locaux qui ont été transférés directement dans l'ovoïde nord/R8 (à comparer au 550 000 m³ autorisés). Il est à noter une diminution d'environ 90 % de consommation par rapport à 2023 liée, d'une part, à l'asservissement de la température de sortie des refroidisseurs par le débit pour limiter la consommation en eau recyclée et, d'autre part, à une durée de fonctionnement réduite par rapport aux années précédentes (3 mois).

Nota : ce système de refroidissement conduisait à un débit d'eau perdue d'environ 60 m³/h pendant la période de refroidissement.

Les rejets radiologiques liquides des installations du site de Saclay de 2024, sont présentés dans le tableau 9, et ceux de la sortie de site (point R7) dans le tableau 10 avec en figure 12, l'évolution des volumes rejetés à l'environnement depuis 2020. L'évolution des activités des cinq catégories de rejets radiologiques liquides du site durant les cinq dernières années est détaillée en figure 13.

Tableau 10 : Rejets liquide (volume en m³, Activité en MBq) du site de Saclay en 2024 comparés aux valeurs limite autorisées.

	Volume d'eau rejeté	Emetteurs α (activité globale)	Tritium	Carbone 14	Autres émetteurs β et γ
Rejets en sortie du centre CEA Saclay en 2024	1,98E+06	1,21E+02	8,44E+03	2,24E+02	1,58E+01
% par rapport aux autorisations du Site	99%	60%	3,4%	11,2%	3,2%

Le tableau 9 montre que les rejets liquides du site de Saclay par installation sont bien en deçà des valeurs limites autorisées en termes de volume et d'activités. Par conséquent, aucun dépassement de ces limites n'a été constaté en 2024. En revanche, même si aucun dépassement de ces limites n'a été constaté en 2024 en sortie de site (R7), comme le montre le Tableau 10 l'année 2024 est marquée par un pourcentage élevé du volume d'eau rejeté, soit 99% de l'atteinte de la limite réglementaire du volume d'eau rejeté dans le milieu récepteur en sortie de centre (R7). Ce volume important s'explique par des phénomènes pluvieux intenses en 2024 (voir Figure 12).

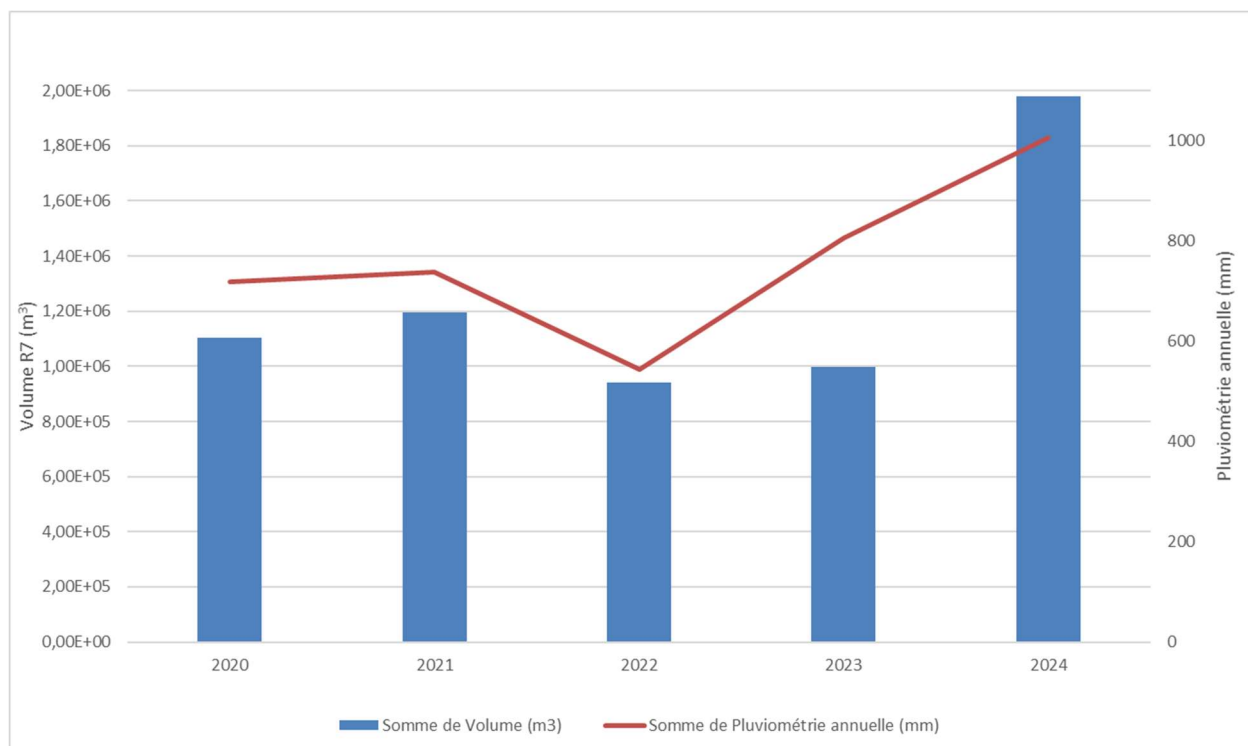


Figure 12 : Evolution depuis 2020, des rejets à l'environnement en sortie du site de Saclay (Point R7).

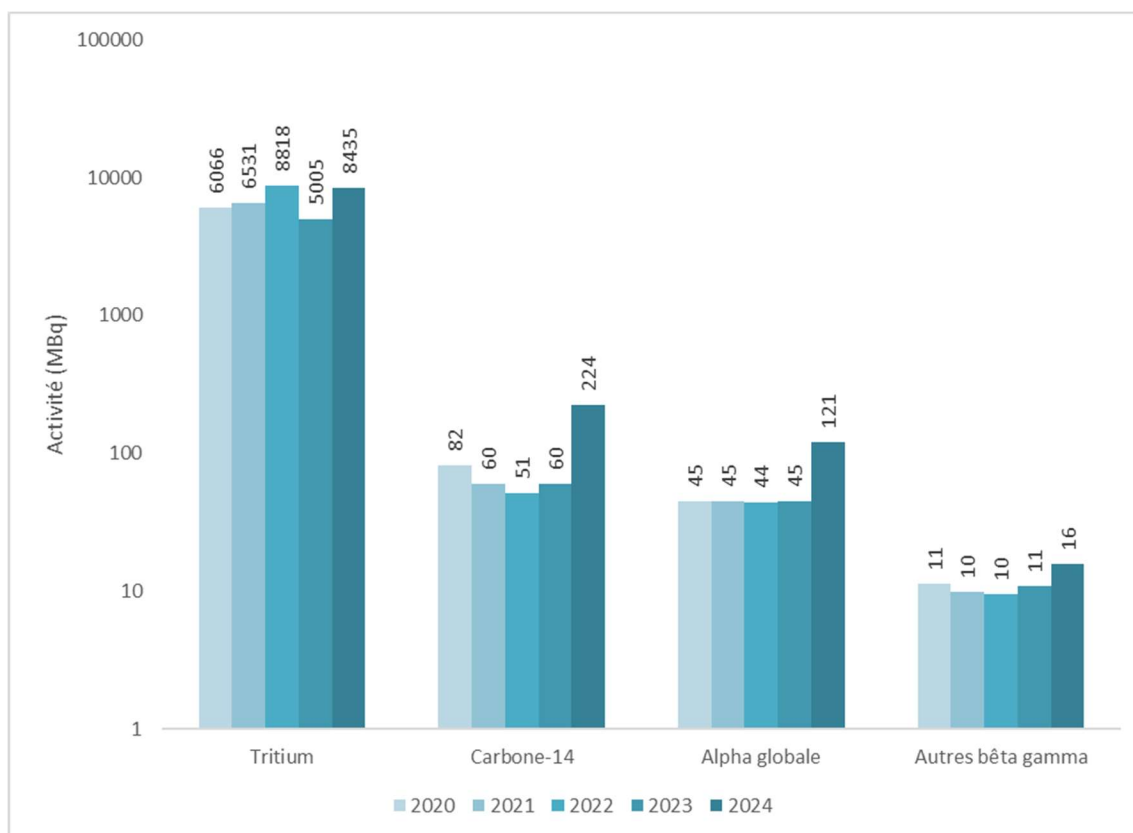


Figure 13 : Evolution des différentes catégories de rejets radiologiques liquides en sortie du site de Saclay (Point R7) depuis 2020

Détail de l'activité en Tritium et en Carbone 14

Les rejets liquides en Tritium et en Carbone-14 restent à des niveaux très faibles comparés aux rejets atmosphériques puisqu'ils sont 1000 fois moins élevés (cf. figure 13 vs figure 6). Le tritium est le principal radionucléide détecté dans les rejets liquides du site de Saclay (cf. tableau 9 et 10, et figure 13) avec en sortie de site au point R7, une activité de 8435 MBq ; celle du Carbone-14 étant de 224 MBq. Comme dans le cas de rejets atmosphériques, les rejets liquides en Tritium et en Carbone-14 sont majoritairement imputables aux recherches en biologie médicale effectuées hors INB.

Détail de l'activité des autres émetteurs bêta-gamma

Les rejets liquides en autres émetteurs bêta-gamma du site de Saclay restent aussi à des niveaux relativement faibles comparés aux rejets atmosphériques puisqu'ils sont 10 fois moins élevés (cf. figure 13 vs figure 6). En 2024, le site de Saclay comptabilise 16 MBq émetteurs bêta-gamma dans le milieu récepteur liquide (cf. tableau 10 et figure 13). Les radionucléides émetteurs bêta-gamma détectés dans les rejets liquides en sortie du site de Saclay sont principalement le Césium-137, sachant que les rejets de cuve des installations du site de Saclay ont montré des activités volumiques en autres émetteurs bêta gamma, toutes inférieures au seuil de décision (hors Cs-137).

Aussi en date du 1^{er} octobre 2024, les mesures en Sr-90 ont été arrêtées sur le rejet principal du site. En effet, le Sr-90 n'est pas dans le spectre type CEA du site de Saclay.

Détail de l'activité en émetteurs alpha

Pour les émetteurs alpha, la mesure représente l'activité alpha globale, c'est-à-dire l'activité naturelle (principalement uranium et descendants du radon) et l'activité artificielle éventuellement présente.

Les rejets liquides en émetteurs alpha du site de Saclay peuvent être supérieurs aux SD. L'INB 72 est le principal contributeur du rejet de ces émetteurs (aussi bien en volume qu'en activité volumique).

L'activité alpha rejetée au milieu récepteur de 121 MBq en 2024 (cf. figure 13) est calculée en réalisant le cumul des résultats d'indice alpha global obtenus sur les prélèvements journaliers effectués en sortie de site, au point R7 dont les activités volumiques sont, en dehors des phénomènes liés aux pluies intenses, toujours inférieures à la valeur limite de 0,1 Bq/L, fixée par l'arrêté préfectoral n°2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 modifié et complété.

L'année 2024 est marquée par une augmentation des activités rejetées pour l'ensemble des radioéléments (tritium, carbone 14, alpha et bêta-gamma) en sortie de site (R7). Celle-ci n'est pas imputable aux rejets des installations du site qui restent bien en dessous des limites autorisées mais aux phénomènes pluvieux intenses ayant tendance à augmenter le volume d'eaux pluviales et par conséquent, la quantité d'activités rejetées. À ces phénomènes s'ajoute pour le Carbone 14 une modification de la méthode de mesure depuis octobre 2024 ayant fait tendre à la hausse les SD (facteur 10).

3.2.2 - Rejets liquides chimiques

L'arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 modifié et complété fixent des valeurs limites de concentration et de flux en sortie de site au point R7 pour 32 paramètres physico-chimiques. Les résultats de mesures obtenus en termes de concentration et de flux en 2024 pour ces paramètres sont présentés dans le tableau 12 au regard des valeurs limites réglementaires.

Pour les rejets de substances chimiques, en 2024, les eaux du collecteur général R7 (Aqueduc des mineurs) satisfont globalement aux prescriptions réglementaires (cf. tableau 11) à l'exception de quelques dépassements importants notamment en flux dans R7 (Cf. Tableau 11 en MES, Ammonium, Nitrites, Phosphate total).

Les concentrations de ces éléments chimiques mesurées ponctuellement restent en grande majorité conformes aux limites réglementaires de l'arrêté. Les forts cumuls de pluie de l'année 2024 ont conduit à des flux importants de ces éléments. Les MES sont liés au drainage des sédiments dans les fonds de la rigole R7 et ne sont pas du fait du CEA ; les phosphates sont liés à l'eutrophisation des eaux de surface ; les nitrites peuvent provenir des activités agricoles proches du site de Saclay.

Seuls les ammoniums sont issus du site de Saclay et notamment des réseaux sanitaires dégradés du site. Le site rénove chaque année plusieurs km de réseau afin de limiter ces rejets amplifiés par les fortes pluies.

Certains de ces dépassements sont récurrents depuis plusieurs années, c'est le cas :

- des MES (Matières en suspension) avec en 2024, 20 % de résultats de mesures hebdomadaires supérieurs à la limite de concentration autorisée, mais aussi en terme de flux avec 10 dépassements mensuels dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée en sortie de site dès le mois de février, en raison d'événements pluvieux avec d'importants volumes d'eau véhiculés par l'Aqueduc des mineurs ;
- de l'Ammonium (NH_4^+) avec en 2024, 8 % de résultats de mesures mensuels supérieurs à la limite de concentration autorisée, mais également en terme de flux avec 6 dépassements mensuels dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée en sortie de site dès le mois de février. Cette tendance est en nette amélioration par rapport à 2023 au regard des concentrations mesurées. Des travaux de rénovation ont été réalisés de manière à diminuer le désordre dans les réseaux.

Les fortes pluies et les forts débits associés relevés au point R7 ont conduit à des dépassements des flux suivants :

- nitrites (NO_2^-) avec en 2024, une mesure de flux mensuel en dépassement dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée ;

- phosphore total une mesure de flux mensuel en dépassement dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée.

Les concentrations de ces 2 éléments chimiques mesurées ponctuellement chaque mois restent cependant conformes aux valeurs autorisées.

Tableau 11 : Concentrations et flux mesurés en sortie de site (point R7) comparées aux valeurs limites réglementaires avec le nombre de dépassement (%)

Concentrations/valeurs en R7 – Paramètres physico-chimiques					Flux en R7 – Paramètres physico-chimiques						
Paramètres	Unité	Limites de l'Arrêté Préfectoral	Valeur ou concentration maximale	Valeur moyenne	Paramètres	Unité	Limites mensuelles de l'Arrêté Préfectoral	Flux mensuel maximal	Nombre de dépassement mensuel	Limites annuelles de l'Arrêté Préfectoral	Flux annuel
							(kg/mois)	(kg/mois)		(kg/an)	(kg/an)
Température*	°C	30	29,1	14,3							
pH*		5,5 à 8,5	8,4	7,6							
M.E.S**	mg/l	30	110	25	M.E.S**	en kg	1 800	11 536	9	10 600	54 326
DBO5	mg/l	20	< 10	< 10	DBO5**	en kg	2 000	< 1 929	0	10 000	< 9 898
DCO**	mg/l	100	30	16	DCO	en kg	5 350	4 751	0	32 000	28 023
Cyanures	mg/l	0,05	< 0,01	< 0,01	Cyanures	en kg	4	< 1,9	0	25	< 10
Bromures	mg/l	10	0,89	0,26							
Chlorures	mg/l	250	140	60							
Fluorures	mg/l	1,5	0,22	0,18							
Sulfates	mg/l	250	150	65							
Ammonium	mg/l	0,5	0,75	0,26	Ammonium	en kg	24	203	5	140	584
Nitrates*	mg/l	75	27	14	Nitrates*	en kg	14 000	6 069	0	84 000	30 405
Nitrites	mg/l	0,5	0,37	0,19	Nitrites	en kg	57	92	1	340	373
Azote total	mg/l	30	6,2	3,8	Azote total	en kg	6 000	1 650	0	36 000	8 331
Phosphore total	mg/l	2	0,46	0,30	Phosphore total	en kg	100	121	1	600	604
Aluminium	mg/l	0,4	0,20	0,059	Aluminium	en kg	140	26	0	800	88
Arsenic	mg/l	0,005	0,00094	0,00071	Arsenic	en kg	0,4	0,29	0	2	1,4
Béryllium	mg/l	0,002	< 0,0001	< 0,0001	Béryllium	en kg	0,2	< 0,019	0	1	< 0,10
Bore	mg/l	0,12	0,046	0,032	Bore	en kg	16	13	0	80	59

Cadmium	mg/l	0,005	< 0,0001	< 0,0001	Cadmium	en kg	0,6	< 0,019	0	3,5	< 0,10
Chrome	mg/l	0,005	< 0,001	< 0,001	Chrome	en kg	0,4	< 0,19	0	2	< 1
Cuivre	mg/l	0,1	0,0082	0,0042	Cuivre	en kg	5	1,4	0	30	7,5
Étain	mg/l	0,02	< 0,001	< 0,001	Étain	en kg	4	< 0,19	0	20	< 1
Fer	mg/l	1	0,077	0,027	Fer	en kg	50	20	0	300	62
Manganèse	mg/l	0,2	0,031	0,014	Manganèse	en kg	5	3,9	0	30	23
Mercure	mg/l	0,005	< 0,00005	< 0,00005	Mercure	en kg	0,2	< 0,010	0	1	< 0,049
Nickel	mg/l	0,02	0,0019	0,0012	Nickel	en kg	2,5	0,29	0	15	1,8
Plomb	mg/l	0,02	0,00097	0,00055	Plomb	en kg	2,5	0,21	0	15	0,78
Zinc	mg/l	2	0,023	0,011	Zinc	en kg	140	2,7	0	800	16
AOX	mg/l	0,7	0,088	0,037							
Phénols	mg/l	0,5	< 0,01	< 0,01							
Hydrocarbures	mg/l	0,5	< 0,10	< 0,10							

* Valeurs, concentrations et flux déterminés à partir des mesures réalisées sur les prélèvements journaliers.

** Concentrations et flux déterminés à partir des mesures réalisées sur les prélèvements hebdomadaires.

Toutes les autres valeurs sont déterminées à partir des mesures réalisées sur des prélèvements de 24h effectués une fois par mois, comme demandé par arrêté préfectoral. DBO5 : Demande biologique en oxygène à 5 jours

En rouge : valeurs en dépassement des limites - (↑) dépassement basique de pH

4 - SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

La surveillance de l'environnement du site et de ses abords est considérée, au même titre que la protection des personnes comme une priorité majeure. Cette surveillance s'exerce selon un programme réglementé et contrôlé conformément aux prescriptions fixées par les arrêtés préfectoraux du 25 septembre 2009 et du 24 novembre 2011 ainsi que par la décision ASN n° 2009-DC-0156 du 15 septembre 2009 modifiée. Elle s'appuie sur une veille permanente des niveaux de radioactivité et de nombreux paramètres physico-chimiques dans les différents milieux tels que l'air, les eaux de surface et souterraines, les sols et sédiments, la chaîne alimentaire.



Figure 14 : Les lieux et fréquences des prélèvements

4.1 - LA SURVEILLANCE METEOROLOGIQUE



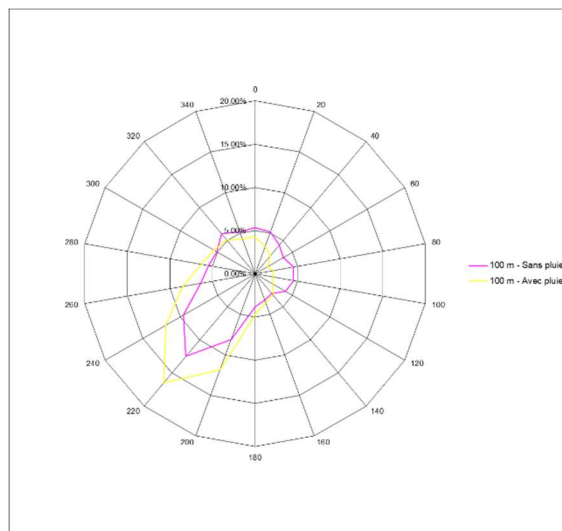
Image 14 : Le plan d'eau de Villiers, et en fond la station météorologique du site CEA de Saclay.
Crédit : E.Autin/CEA.

Depuis 1958, le CEA Saclay est doté d'une station météorologique fournissant en permanence les paramètres nécessaires à la surveillance environnementale. La connaissance en temps réel des principaux paramètres météorologiques (direction et vitesse du vent, stabilité de l'atmosphère...) est, depuis 1983 (Règles Fondamentales de Sûreté du 12 août 1983), une obligation réglementaire liée à la présence sur le

site d'installations nucléaires de base. La connaissance des paramètres météorologiques permet en effet notamment de prévoir les conséquences dans l'environnement en cas d'accident. L'acquisition des données météorologiques locales permet également de disposer des statistiques météorologiques permettant de calculer les impacts des rejets atmosphériques associés au fonctionnement normal des installations.

Cette station fait partie du réseau d'observation de Météo France du centre météorologique départemental de l'Essonne. La figure ci-dessous présente la rose des vents de l'année 2024. Elle met en évidence des vents dominants provenant du secteur Sud-Ouest (200°-240°).

Figure 12 : Rose des vents 2024 toutes vitesses confondues en fonction du type de temps (avec ou sans pluie)



4.2 - LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

La surveillance atmosphérique des rejets dans l'environnement est réalisée à partir des mesures effectuées dans les quatre stations fixes implantées en périphérie du site, requises au titre des arrêtés.

Les stations de Saint-Aubin au sud-ouest et de Villiers-le-Bâcle à l'ouest sont situées dans un rayon de l'ordre d'un kilomètre. Celles de Saclay au nord-est sous les vents dominants, et d'Orsigny au nord-ouest, sont situées à une distance d'environ 2 km.

Le tritium (^3H ou T) atmosphérique est recherché au niveau de quatre stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny.



Figure 13 : Localisations des stations de surveillance atmosphériques.

En raison de la faible énergie de son rayonnement, le tritium n'est pas détectable en temps réel à faible concentration par les chambres d'ionisation. C'est pourquoi des barboteurs ont été mis en place pour piéger dans une solution aqueuse le tritium présent dans le milieu atmosphérique, qu'il soit sous forme gazeuse HT et/ou sous forme oxydée HTO (vapeur d'eau). Les relevés des pots sont effectués par période, soit quatre fois par mois et les échantillons d'eau sont mesurés en différé au laboratoire par scintillation liquide pour déterminer l'activité volumique de l'air en tritium.

En 2024, l'activité volumique en tritium mesurée au niveau des 4 stations est le plus souvent non détectée avec des seuils de décision HT + HTO inférieures à $0,30 \text{ Bq/m}^3$. Le tritium, lorsqu'il est détecté, provient des laboratoires de recherche sur le marquage des molécules. Moyennées sur l'année, toutes les valeurs d'activité du tritium, significatives ou non, conduisent à une activité volumique moyenne d'environ $0,12 \text{ Bq/m}^3$.

Le carbone 14 est mesuré sous les vents dominants au niveau de la station de Saclay avec un barboteur spécifique comportant une solution d'hydroxyde de sodium. Pour 2024, les mesures du ^{14}C sous forme CO_2 sont comprises entre $0,008$ et $0,061 \text{ Bq/m}^3$.

Les iodes, dont le principal isotope radioactif est l'iode 131, sont surveillés au niveau des 4 stations. Une surveillance est assurée par des prélèvements en continu avec un débit d'aspiration de l'ordre de $3 \text{ m}^3/\text{h}$ à travers une cartouche contenant du charbon actif piégeant les iodes. Ces cartouches, changées périodiquement, sont ensuite mesurées en différé par spectrométrie gamma. En 2024, tous les résultats de mesures d'iode sont restés inférieurs aux seuils de décision, compris entre $0,20$ et $1,1 \text{ mBq/m}^3$ (millièmes de Bq/m^3).

Concernant les radionucléides émetteurs bêta-gamma susceptibles d'être présents dans l'air, une recherche est effectuée dans chacune des stations de surveillance atmosphérique sur les aérosols (poussières). Ces aérosols sont prélevés en continu sur des filtres par pompage de l'air à raison d'environ $60 \text{ Nm}^3/\text{h}$ avec changement des filtres toutes les 24 heures. Des mesures par comptage alpha et bêta global sont réalisées à J + 8 jours minimum après décroissance des descendants à vie courte du radon. Les moyennes mensuelles sont comparables d'une station à l'autre avec des variations du niveau d'activité volumique identiques dans toutes les stations (Cf. Figures 20 et 21).

Ces fluctuations sont principalement dues aux variations du taux d'émanation du radon influencées par les conditions de diffusion dans l'atmosphère (gradient de température, précipitations, vent) ainsi que par l'empoussièrisme de l'air.

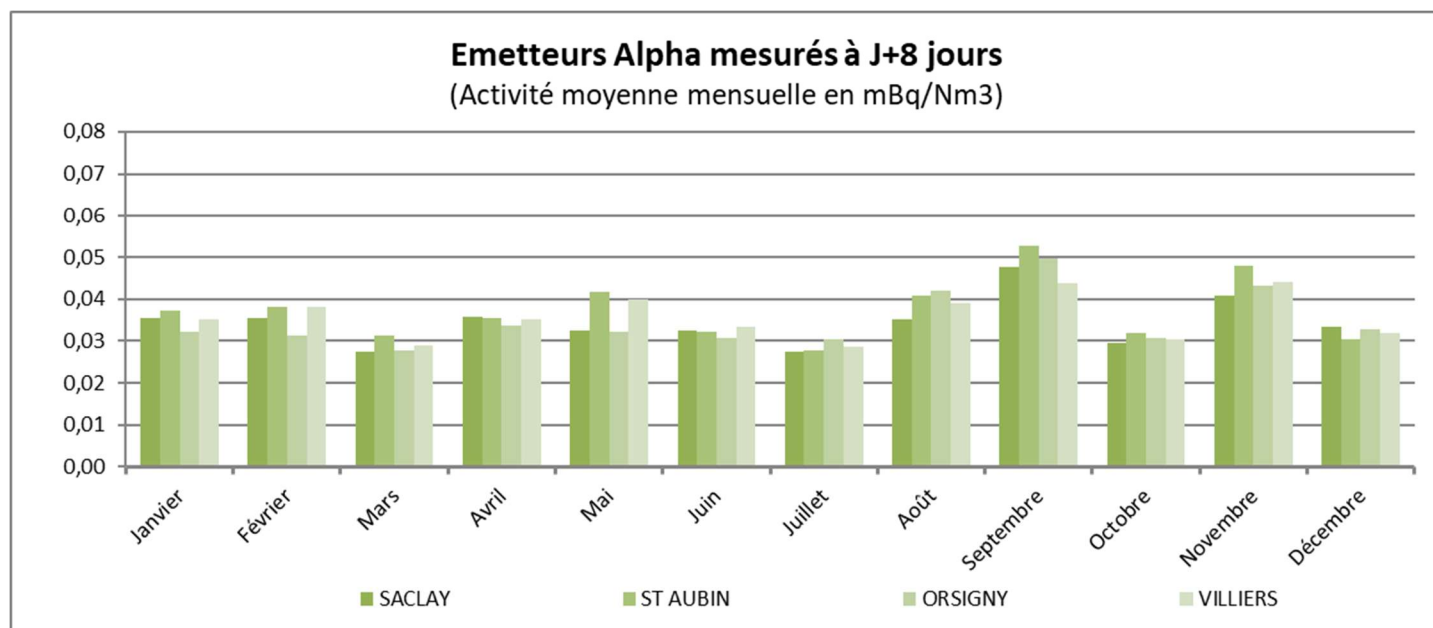


Figure 20 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle alpha mesurée au niveau des 4 stations.

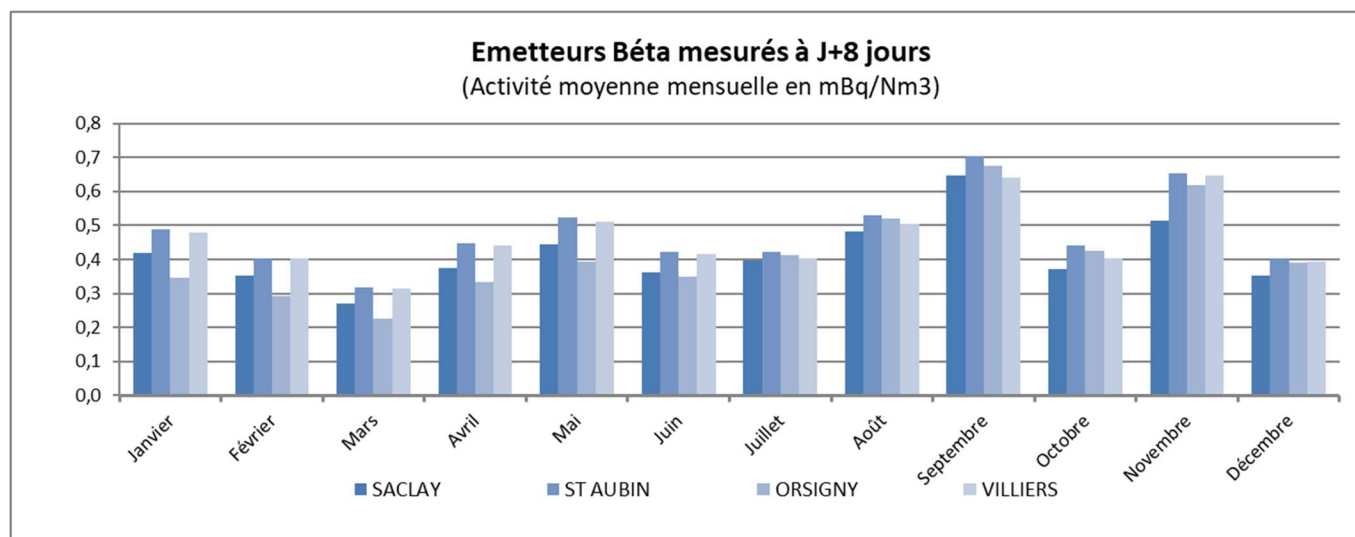


Figure 21 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle bêta mesurée au niveau des 4 stations

4.3 – LES EAUX DE PLUIE

Les eaux de pluie sont surveillées dans les deux stations de Saclay et Saint-Aubin. Les analyses portent sur des échantillons quadri mensuels lorsqu'il a plu pendant cette période. Aucune radioactivité artificielle n'est détectée hormis celle du tritium.

En 2024, le cumul annuel des eaux de pluie s'est élevé à 1057 mm (+ 24% par rapport à 2023). Les activités tritium des précipitations à Saclay et Saint-Aubin sont inférieures à 45 Bq/L avec une

moyenne à 4,6 Bq/L. Les valeurs maximales observées sont directement liées directement aux rejets imputables du SCBM (recherches en biologie médicale).

Le pluviomètre situé à l’est sur le site à proximité de l’émissaire E24 (environ 100 m), enregistre les activités en tritium les plus élevées avec une moyenne de 8,2 Bq/L (max : 29 Bq/L). A titre de comparaison, l’OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande pour l’eau potable une valeur limite en tritium de 10 000 Bq/L.

	SACLAY	SAINT-AUBIN	Site CEA
Activité volumique moyenne (en Bq/L)	4,6	3,1	8,2
Activité volumique maximale (en Bq/L)	45	5,1	29

Tableau 12 : moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2024

4.4 – LES SOLS DU PLATEAU

Depuis 2023, les analyses de sols sont réalisées en juin et juillet respectivement pour les stations de Saclay et Saint Aubin.

Les échantillons de sols sont prélevés sur les premiers centimètres de la couche de surface pour être représentatifs des dépôts.

Les résultats des mesures par spectrométrie gamma sont rapportés dans le tableau ci-après. Seuls les principaux radionucléides naturels détectés sont présentés. Leurs concentrations sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle du plateau de Saclay : 240 à 470 Bq/kg sec pour le potassium 40 (radionucléide naturel), 15 à 42 Bq/kg sec pour l’uranium 238 et ses produits de filiation (radium 226, plomb 210) ainsi que pour le descendant du thorium 232, l’actinium 228.

Hormis les radionucléides naturels, les sols du plateau renferment en faible quantité du césium 137 (autour de 1 Bq/kg sec en 2024) ; le césium 137, imputable aux retombées atmosphériques des anciens essais nucléaires aériens et en quantité moindre aux retombées de l’accident de Tchernobyl, est en baisse constante depuis 1986.

Tableau 13 : Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2023 (en Bq/kg sec)

Stations	Dates de prélèvement	Potassium 40	Uranium 238 (Th-234)	Radium 226	Plomb 210	Actinium 228	Césium 137
Saclay	13-juin	240 ± 18 %	15 ± 35 %	16 ± 34 %	24 ± 25 %	16 ± 22 %	0.46 ± 54 %
Saint-Aubin	3-juil.	470 ± 26 %	30 ± 26 %	33 ± 30 %	42 ± 23 %	38 ± 19 %	1.3 ± 28 %

4.5 – LES HERBES DU PLATEAU

Des herbes sont prélevées chaque mois au niveau des 4 stations de surveillance.

Le potassium 40 est le principal radionucléide naturel détecté dans les herbes avec une activité moyenne d'environ 200 Bq/kg frais (fluctuations entre 120 et 280 Bq/kg frais).

Du tritium peut être détecté (environ 5 % des mesures) avec des concentrations comprises entre < 1,7 et 4,7 Bq/kg frais, dépendant des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie. Seules deux valeurs significatives et exclusivement à la station de Saclay, ont été détectées. Le maximum est à 4,7 Bq/kg frais.

Les mesures de tritium lié (TOL : tritium organiquement lié) sont toujours inférieures au seuil de décision (~10 Bq/kg frais), tout comme les mesures du carbone 14 lié (120 Bq/kg C – seuil de mesure satisfaisant à la comparaison des activités du carbone 14 lié naturel : 220-230 Bq/kg C).

	SACLAY	SAINT-AUBIN	VILLERS LE BÂCLE	ORSIGNY
Potassium 40 (en Bq/kg frais)	150 à 250	120 à 230	120 à 220	150 à 280
Tritium libre (en Bq/kg frais)	< 2,1 à 4,7	< 2,9	< 3,0	< 2,9

Tableau 14 : Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du site de Saclay en 2024 (en Bq/kg frais)

LES FRUITS ET LEGUMES DU PLATEAU

Des analyses radiologiques sont périodiquement effectuées sur les fruits et légumes récoltés sur le plateau de Saclay.

Ces échantillons, variés, sont achetés chez les producteurs locaux du plateau (exclusivement à la ferme de Viltain pour l'année 2024) entre avril et novembre et analysés comme les autres prélèvements environnementaux dans les laboratoires du Service de protection contre les rayonnements et de surveillance de l'environnement de Paris-Saclay.

Les mesures révèlent une présence majoritaire de potassium 40, naturel, avec des valeurs comprises entre 34 et 91 Bq/kg frais selon la nature des fruits ou des légumes. Aucune trace de césium 137 n'est détectée.

Les activités tritium, dont les valeurs sont comprises entre < 2,6 et 9,6 Bq/kg frais, sont du même ordre de grandeur que dans les herbes. La mesure annuelle du tritium lié (TOL) faite en juin sur des fraises, est inférieure au seuil de décision pour le TOL (< 3,2 Bq/kg frais). La mesure annuelle du carbone 14 lié, pour le ^{14}C lié supérieur (430 Bq/kg C) est au niveau du ^{14}C naturel (220-230 Bq/kg C), incertitudes comprises (de l'ordre de 60%).

FRUITS & LEGUMES en Bq/kg frais					
MOIS	Lieu	Type	Potassium 40	Tritium libre	Césium 137
Avril	Viltain	Poireaux	89 ± 27 %	< 2.6	< 0.067
Mai	Viltain	Rhubarbe	91 ± 18 %	7.5 ± 62 %	< 0.022
Juin	Viltain	fraises	34 ± 18 %	< 3.2	< 0.023
Juillet	Viltain	Courgettes	47 ± 18 %	9.6 ± 49 %	< 0.014
Août	Viltain	Tomates	57 ± 26 %	< 2.5	< 0.015
Septembre	Viltain	Courgettes	50 ± 26 %	< 3.0	< 0.015
Octobre	Viltain	Choux	90 ± 26 %	non réglementaire	< 0.036
Novembre	Viltain	Potiron	72 ± 24 %	non réglementaire	< 0.043

Tableau 15 : Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2024 (en Bq/kg frais)

LE LAIT

Le lait est analysé de façon mensuelle sur des prélèvements en provenance de la ferme de Coubertin et de la ferme de Viltain.

Le seul élément radioactif mesuré systématiquement est le potassium 40 d'origine naturelle avec une activité comprise entre 49 et 54 Bq/L. Seules quelques traces de tritium libre (3,7 à 4,8 Bq/L) sont parfois mesurées sur le lait de la ferme de Viltain en lien avec l'eau potable fournie aux vaches laitières.

En 2024, les activités mesurées en ^{14}C lié sont inférieures au seuil de décision et en accord avec les fluctuations du niveau naturel (230-300 Bq/kg C).

4.8 - L'IRRADIATION AMBIANTE

L'irradiation ambiante provient de deux origines différentes, naturelle pour celle due aux rayonnements cosmiques et telluriques, anthropique pour celle due, entre autres à l'entreposage de matériaux irradiants, les rejets des installations sont trop faibles pour induire une irradiation mesurable. A la périphérie du site, le niveau d'irradiation ambiante est surveillé par 21 dosimètres radiophotoluminescents (verre RPL) dont 20 disposés en limite de site le long de la

clôture du site principal et 1 à l'entrée du site annexe de l'Orme des Merisiers. Ces dosimètres intègrent la dose sur une période mensuelle.

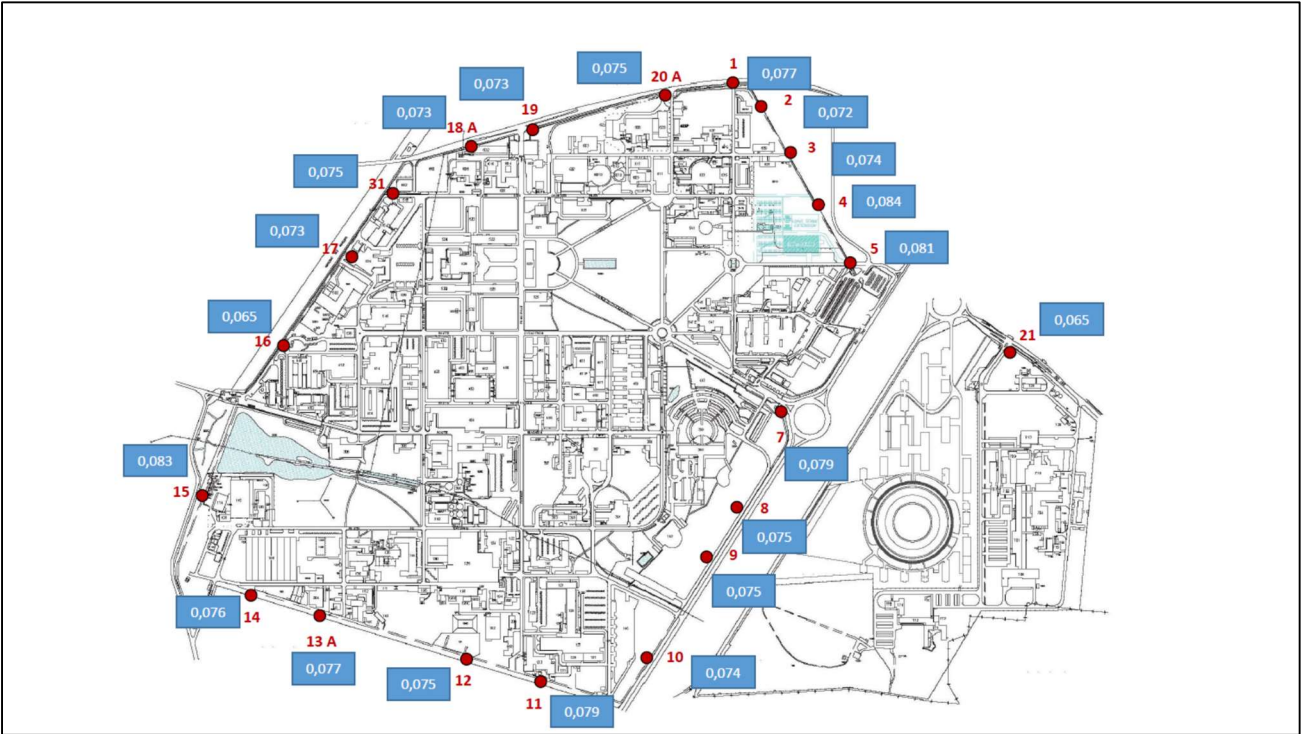


Figure 22 : Débit d'équivalent de dose moyen en 2024 exprimé en $\mu\text{Sv/h}$ en périphérie du site CEA de Saclay

Les débits d'équivalent de dose mesurés pour 2024 (entre 0,039 et 0,093 $\mu\text{Sv/h}$) par les dosimètres situés en limite de site sont comparables ou proches du bruit de fond moyen naturel (0,1 $\mu\text{Sv/h}$). Au niveau des 4 stations atmosphériques encadrant le site CEA de Saclay, le débit de dose est mesuré en continu par une sonde gamma (compteurs Geiger-Müller).

	SACLAY	SAINT-AUBIN	VILLERS LE BÂCLE	ORSIGNY
Débit d'équivalent de dose annuel moyen en $\mu\text{Sv/h}$	0,097	0,095	0,095	0,087

Tableau 16 : Débits d'équivalent de dose annuel moyen aux 4 stations

À titre de comparaison, la moyenne enregistrée par la station Téléray de Saclay qui a été exploitée par l'IRSN plusieurs années sur le site de Saclay était d'environ 0,090 $\mu\text{Sv/h}$, mesure en haut d'un mât de 10 mètres.

Les différences de résultats de mesure entre les dosimètres RPL et les sondes gamma tracer pourraient s'expliquer par :

- leurs positions,
- des étalonnages réalisés de manière différente notamment en énergie avec des traceurs différents (^{137}Cs pour la sonde et ^{60}Co pour les dosimètres RPL).

4.9 – LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Au-delà des contrôles des réseaux à l'intérieur du site, le programme de surveillance imposé par l'arrêté préfectoral prévoit des contrôles du réseau de surface du plateau de Saclay qui comprend le plan d'eau de Villiers, le déversement de l'aqueduc des Mineurs, l'étang Vieux et l'étang Neuf de Saclay, les cours d'eau environnants, la Bièvre, l'Yvette, la Mérantaise, les rues de Corbeville, de Saint-Marc et de Vauhallan.

4.9.1 – Les eaux du plan d'eau de Villiers

Une surveillance annuelle est requise afin de suivre la qualité physico-chimique des eaux. Les analyses du prélèvement du 2 mai 2024, récapitulées ci-après, ne révèlent pas d'anomalie particulière.

Mesures physico-chimiques du plan d'eau de Villiers (en mg/L du 02/05/2024)											
MES	DCO	DBO5	Azote Kjeldahl (NTK)	Nitrites (NO_2^-)	Ions ammonium (NH_4^+)	Nitrates (NO_3^-)	Phosphore total (P total)	Oxygène dissous (O_2 dissous)	pH	Turbidité (NTU)	Température ($^\circ\text{C}$)
75	33	<10	2.0	0.20	<0,05	5.3	0.56	10	8.3	111	15

Tableau 17 : Mesures physico-chimiques effectuées en 2024 dans le plan d'eau de Villiers

4.9.2 – Les eaux de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay

La qualité des eaux au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux (dénommé S1 dans les tableaux suivants) et dans les étangs de Saclay, Vieux et Neuf, est mesurée sur des échantillons hebdomadaires, mensuels ou annuels selon les paramètres recherchés.

Du point de vue de la radioactivité, la moyenne des mesures d'activité globale alpha sont inférieures au seuil de décision de 0,05 Bq/L (avec un max à 0,091 Bq/L) et les mesures d'activité globale bêta sont de l'ordre de 0,2 Bq/L (représentatives des valeurs naturelles observées dans les eaux de surface).

Le tritium, mesuré de façon hebdomadaire se situe à des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de 4,9 Bq/L pour le point de déversement de l'aqueduc des mineurs, 3,5 Bq/L pour l'étang Vieux et 3,4 Bq/L pour l'étang Neuf.

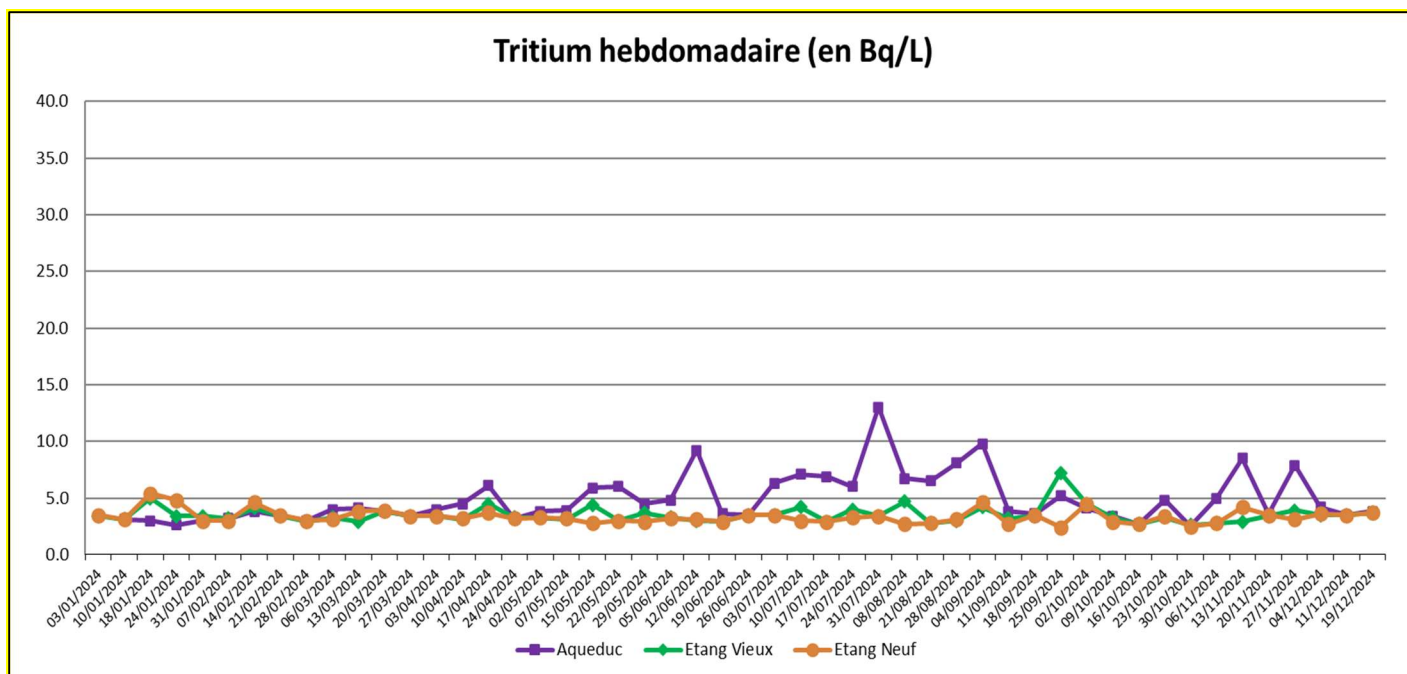


Figure 24 : Mesures du tritium hebdomadaire au niveau de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay

Les émetteurs gamma et le strontium 90 ont également été recherchés dans les deux étangs sur des prélèvements mensuels constitués à partir des prélèvements hebdomadaires. Le césium 137 est détecté dans l'étang Vieux avec des activités en moyenne de 0,0013 Bq/L (max en octobre avec 0,0024 Bq/L). Le césium 137 est détecté uniquement en juin dans l'étang Neuf (valeur mesurée à 0,00076 Bq/L) avec des activités en moyenne de 0,0007 Bq/L (max en août en seuil de décision de 0,0010 Bq/L). Le strontium 90 présente des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,0015 à 0,0049 Bq/L pour les deux étangs.

Activité volumique moyenne en Bq/m ³	Etang Vieux	Etang Neuf
Strontium 90	3,0	2,4
Césium 137	1,3	0,7

Tableau 18 : Concentrations en émetteurs bêta gamma des étangs

Concernant les paramètres chimiques, les mesures réalisées aux 3 points de surveillance ne révèlent pas d'anomalie particulière. Signalons toutefois des concentrations en aluminium plus élevées au point de déversement et dans l'étang vieux. On constate aussi que les teneurs en manganèse de l'étang Neuf peuvent être plus élevées que celles de l'étang Vieux. Des phénomènes d'eutrophisation sont aussi observés dans les deux étangs avec des valeurs de pH pouvant dépasser 9, marqués en période estivale.

		2024								
		Point de déversement de l'aqueduc des mineurs dans l'étang Vieux			Etang Vieux			Etang Neuf		
Paramètres		MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX
pH	-	7.9	6.9	8.4	8.5	7.6	10.1	8.3	7.3	9.8
Potassium	mg/l	4.6	2.8	11	4.1	1.5	5.9	5.1	3.2	6.2
Hydrocarbures	mg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cyanures	µg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Indice phénols	µg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Aluminium	µg/l	59	10	190	91	19	260	28	10	73
Arsenic	µg/l	0.74	0.59	1.0	1.8	0.60	5.4	1.2	0.74	2.2
Bore	µg/l	29	20	40	27	21	37	33	26	45
Béryllium	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cadmium	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cuivre	µg/l	2.4	1.1	5.0	2.3	1.3	4.4	1.9	1.0	2.9
Chrome	µg/l	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fer	µg/l	49	5.9	170	61	11	190	39	5.1	77
Mercure	µg/l	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Manganèse	µg/l	11	6.1	20	8.8	5.0	38	14	5.0	35
Nickel	µg/l	1.1	1.0	1.5	1.1	1.0	1.5	1.1	1.0	1.3
Plomb	µg/l	0.57	0.50	0.93	0.53	0.50	0.84	0.50	0.50	0.50
Etain	µg/l	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Uranium	µg/l	0.70	0.20	1.1	0.63	0.44	0.84	0.54	0.27	0.76
Zinc	µg/l	9.2	5.0	16	5.1	5.0	6.1	6.5	5.0	12
AOX	mg/l	0.044	0.044	0.044	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
TBP	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fluoranthène	µg/l	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

Tableau 19 : Concentrations chimiques mensuelles min, moyennes et max dans les étangs

4.9.3 - Les sédiments des étangs de Saclay

Une mesure des sédiments est réalisée tous les 6 mois au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux et tous les 3 ans dans l'étang Vieux et l'étang Neuf. Les tableaux ci-après présentent les résultats des mesures réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés en 2024 au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs. La prochaine campagne avec résultats radiologiques et chimiques au niveau des étangs vieux et neuf est prévue en 2025.

On observe une certaine variabilité d'une mesure à une autre au point de déversement de l'Aqueduc des Mineurs. En effet, même si le mode opératoire est identique, la mesure peut dépendre du prélèvement de sédiments (emplacement du prélèvement et épaisseur de la couche prélevée). Les radionucléides mesurés sont caractéristiques des rejets du site et sont comparables à ceux de 2024 (potentiellement avec un comportement saisonnier).

Radioactivité artificielle des sédiments S1, étang Vieux et étang Neuf (en Bq/kg sec)				
Radionucléides (Bq/kg sec)	Point de déversement de l'aqueduc des Mineurs (S1)		Etang Vieux	Etang Neuf
	05-juin	04-déc	Pas de prélèvement en 2024 Prochaine campagne prévue en 2025	
Tritium lié	250 ± 33 %	< 38		
Carbone 14 lié	510 ± 17 %	< 29		
Cobalt 60	0.81 ± 42 %	< 0.36		
Strontium 90	< 4.7	< 4.2		
Césium 137	100 ± 20 %	2.7 ± 25 %		
Plutonium 238	3.1 ± 56 %	< 0.34		
Plutonium 239+240	11 ± 32 %	< 1.1		
Américium 241	2.6 ± 29 %	< 0.64		

Tableau 20 : Radioactivité artificielle des sédiments des étangs

4.9.4 - Les poissons des étangs

En 2024, deux carpes ont pu être prélevées respectivement dans l'étang vieux et dans l'étang neuf. De faibles traces de césium 137 sont détectés pour la carpe de l'étang vieux ainsi que du carbone 14 pour les deux carpes à un niveau (500 à 617 Bq/kg C) légèrement supérieur au bruit de fond naturel (250 Bq/kg C) en accord avec les mesures de radioactivité faites dans les eaux et les sédiments des étangs.

Tableau 21 : Activité spécifiques des poissons

Activités en Bq/kg frais				
Activité en Bq/kg frais	Carpe Etang Neuf de Saclay		Carpe Etang Vieux de Saclay	
	18-mai		16-juil	
Potassium 40	120	± 18 %	120	± 26 %
Tritium	< 2.3		3.9	± 77 %
Cobalt 60	< 0.10		< 0.14	
Strontium 90	< 0.037		0.029	± 64 %
Césium 137	< 0.090		0.39	± 38 %
Tritium lié	< 13		< 11	
Carbone 14 lié	500	± 16 %	617	± 10 %

4.9.5 - La flore aquatique des étangs

Des prélèvements de roseaux, tant dans l'étang Vieux que dans l'étang Neuf, ont été analysés. Outre le potassium 40 naturel, il a été relevé des traces de strontium 90 et de carbone 14 dans les roseaux des deux étangs. Il a aussi été relevé des traces de tritium et de césium 137 dans les roseaux de l'étang vieux en accord avec les radionucléides décelés dans les eaux et les sédiments des deux étangs.

Tableau 22 : Activité dans les roseaux des étangs

Activités en Bq/kg frais				
Activité en Bq/kg frais	Roseaux Etang Vieux			Roseaux Etang Neuf
	03-juil			03-juil
Potassium 40	220	±	27 %	200 ± 27 %
Tritium	<	2.5		< 2.1
Cobalt 60	<	0.088		< 0.13
Strontium 90	0.25	±	25 %	0.32 ± 25 %
Césium 137	0.61	±	24 %	< 0.11
Tritium lié	<	8.9		< 16
Carbone 14 lié	<	8.8		< 15

4.9.6 - Les eaux de surface (rivières, rus et rigoles)

Les eaux de la Bièvre (S10 amont et S13 aval), de l'Yvette (S16 amont et S23 aval) et de la Mérantaise (S14 amont et S15 aval) sont surveillées périodiquement en amont et en aval du site du CEA Saclay. Les rus de Vauhallan (S12), St Marc (S11) et Corbeville (S17) font également l'objet d'une surveillance régulière.



Figure 25 : Points de prélèvement d'eau de surface

Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, les eaux du réseau hydrographique présentent une concentration en tritium inférieure ou égale à 5 Bq/L. A titre de rappel et conformément à la « Décision environnement », le seuil de mesure pour cette analyse est de 10 Bq/L. Les valeurs mesurées, même significatives, restent inférieures au seuil de référence.

La recherche annuelle des autres radionucléides artificiels en chacun des 9 points de prélèvement, ne fait pas apparaître de valeurs significatives, sauf une mesure de strontium 90 aux points S11, S12, S13 et S17 qui reste proche du seuil de décision.

Une mesure ponctuelle annuelle, par temps sec, de juin à septembre, de l'eau du ru de Vauhallan (S12) est également requise par l'arrêté préfectoral avec recherche de différents paramètres physico-chimiques. Les résultats de ce prélèvement réalisé le 8 août 2024, sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ils ne mettent en évidence aucune anomalie particulière.

Tableau 23 : Analyses chimiques des eaux du Ru de Vauhallan prélevées le 8 août 2024

Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan (S12 - ponctuel annuel du 08 août 2024)		
Paramètres	Unité	S12
Température	°C	18
pH	-	7.8
Turbidité	mg Pt	< 4.0
Oxygène dissous	mg/l	9.4
MES	mg/l	< 2.0
DCO	mg/l	7.6 ± 31 %
DBO5	mg/l	< 10
Azote Kjeldal (N)	mg/l	< 1.0
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.050 ± 37 %
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0.060 ± 20 %
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	21 ± 7 %
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/l	0.29 ± 23 %
Phosphore total	mg/l	0.15 ± 36 %
Cyanures	µg/l	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0.10
Aluminium	µg/l	< 10
Arsenic	µg/l	0.97 ± 16 %
Bore	µg/l	42 ± 22 %
Béryllium	µg/l	< 0.10
Cadmium	µg/l	< 0.10
Cuivre	µg/l	1.4 ± 16 %
Chrome	µg/l	< 1.0
Fer	µg/l	15 ± 17 %
Mercure	µg/l	< 0.050
Manganèse	µg/l	14 ± 14 %
Nickel	µg/l	< 1.0
Plomb	µg/l	< 0.50
Etain	µg/l	< 1.0
Uranium	µg/l	0.58 ± 26 %
Zinc	µg/l	< 5.0

La radioactivité des sédiments aux trois points S11, S12 et S13 est suivie tous les trois ou cinq ans. Ils seront prélevés en 2025.

4.10 - LES EAUX SOUTERRAINES

Les 13 piézomètres au droit du site faisant l'objet d'un suivi mensuel réglementaire sont localisés sur le plan en figure 26 (F41 à F54). Deux piézomètres F53 et F54 forés en décembre 2018 ont été exploités à partir de 2019.

Fin 2020 / début 2021, 10 piézomètres ont été forés (F55 à F64) sur le site CEA de Saclay et un sur le site de l'Orme des Merisiers (F65) pour améliorer la connaissance du Centre. Des analyses, non exigées réglementairement, ont été réalisées en complément à partir de 2021.

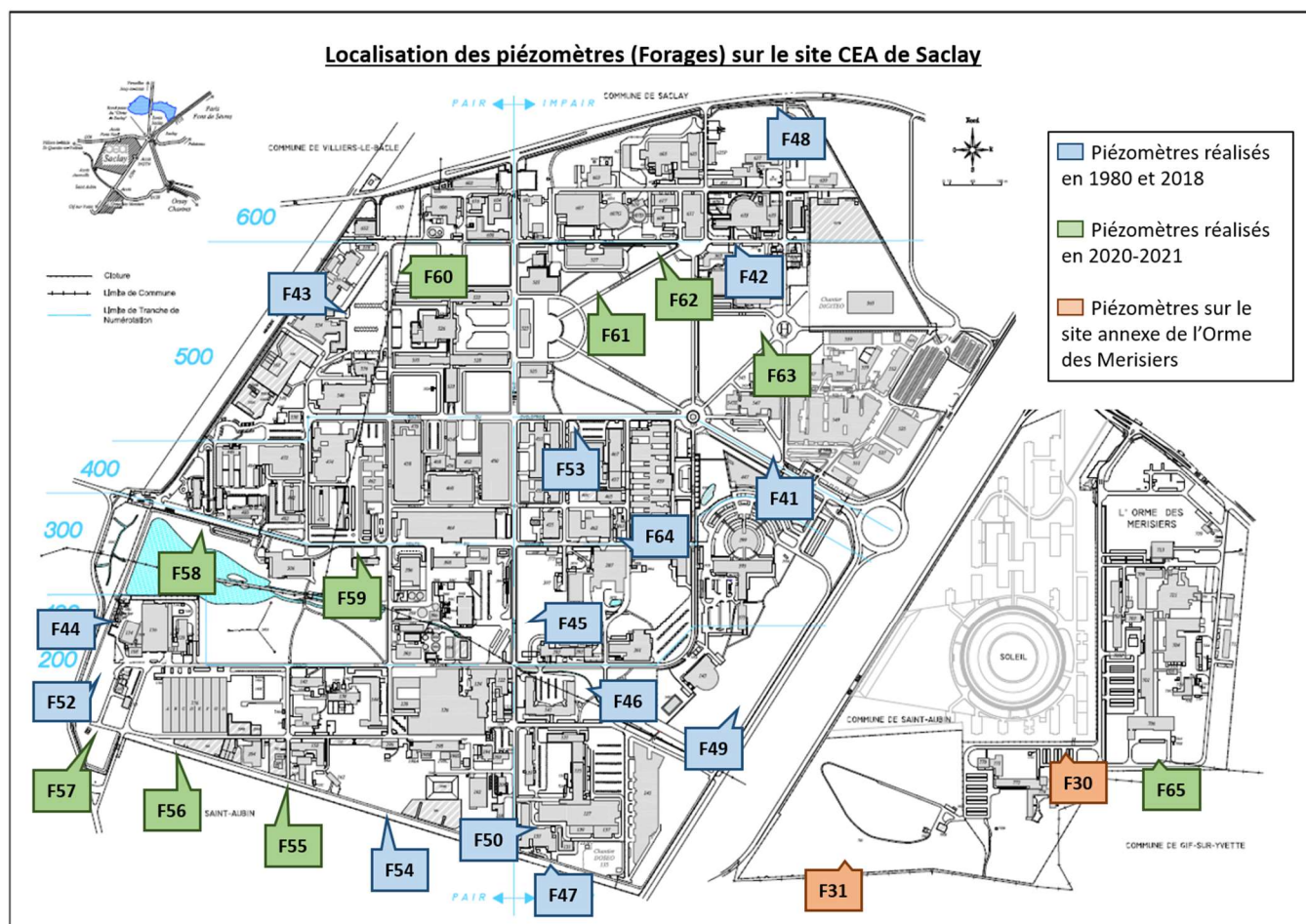


Figure 26 : Emplacement des piézomètres sur le site de Saclay

Indice de radioactivité α global

Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, l'indice alpha global est en moyenne à 0,092 Bq/L. Les valeurs maximales, de l'ordre de 0,20 Bq/L pour quelques points,

s'expliquent par la présence d'uranium naturellement présent dans les eaux. Seul le F31 à des valeurs en alpha global bien supérieures (jusqu'à 0,42 Bq/l en avril 2024).

Indice de radioactivité β global

Les valeurs de l'indice de radioactivité bêta global sont en moyenne autour de 0,10 Bq/L. Lorsque les valeurs sont significatives (jusqu'à 0,21 Bq/L), elles s'expliquent par la présence de potassium 40 naturel ou des descendants de l'uranium, sauf pour le forage F44 (0,19 à 0,31 Bq/L) en raison de la présence historique de carbone 14.

Le tritium au droit du CEA Saclay

Le tritium détecté provient essentiellement de rejets anciens non maîtrisés par certaines installations du centre de Saclay, les teneurs moyennes et maximales en tritium des eaux de la nappe des sables au droit du CEA Saclay sont présentées dans le tableau ci-après. Les 13 anciens piézomètres implantés sur le site et les 11 nouveaux piézomètres présentent des activités volumiques moyennes actuellement comprises entre 3,9 et 135 Bq/L, à l'exception du nouveau piézomètre F64 dont la valeur moyenne est d'environ 7500 Bq/L avec une valeur maximale à 7900 Bq/L. Dès le premier prélèvement sur le piézomètre F64, une déclaration d'événement a été envoyée à l'ASN le 09/06/2021 pour l'informer de l'anomalie. Puis, des analyses trimestrielles sont réalisées sur ce piézomètre depuis 2021.



Figure 27 : Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du CEA Saclay en 2024

Compte-tenu du faible taux de renouvellement de la nappe des sables de Fontainebleau, les évolutions de la concentration en tritium des eaux souterraines sont lentes (voir graphique ci-après). On constate une certaine stabilité des concentrations pour la majorité des forages avec une baisse régulière du forage F50. Les forages F53 et F64, situés au milieu du centre présentent l'activité la plus élevée car ils interceptent un panache historique qui a été modélisé et dont l'origine se situe dans les sous-sols de l'ancien réacteur EL3, arrêté en 1979.

4.10.1 - La radioactivité des eaux souterraines dans l'environnement du centre

À l'extérieur du site, le tritium est le seul radionucléide détecté par endroits. Il présente une activité inférieure ou proche de la limite de détection d'environ 10 Bq/L à l'exception de deux zones :

- Au niveau du forage F29 du golf de Saint-Aubin (moyenne à 22 Bq/L) situé en aval de l'écoulement des eaux de la nappe au droit du centre,
- Au niveau des forages situés au nord (forage F1) et à l'ouest (forage F33) des étangs de Saclay (entre 6,7 et 27 Bq/L), la présence de tritium étant due à la percolation, vers la nappe, des eaux des étangs autrefois davantage marquées par ce radionucléide qu'actuellement.

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des résultats en tritium relevés au cours de l'année 2024 aussi bien au niveau du site CEA de Saclay que dans son environnement.

Tableau 24 : Activité volumique en tritium dans les eaux de forages en Bq/L

N° Forage	Activité moyenne	Activité maximale
F1	6.7	17.0
F2	<2,8	<2,8
F15	<3,3	<3,4
F19	<2,95	<3
F22	<2,85	<3,1
F24	5.7	5.7
F26	5.7	7.1
F27	<2,6	<2,6
F28	<3,5	<3,5
F29	22	22
F30	<2,75	<2,9
F31	3.9	7
F32	<3,5	<3,5
F33	27	33

4.10.2 - Le suivi des paramètres chimiques dans les eaux souterraines

De nombreuses analyses chimiques sont entreprises selon les prescriptions de l'arrêté préfectoral, avec des paramètres recherchés et des fréquences variables selon la localisation des prélèvements. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des résultats moyens des 22 forages surveillés semestriellement et des 5 forages surveillés annuellement.

La nappe est également marquée par une présence hétérogène de solvants chlorés dans la nappe au droit et en aval du centre faisant l'objet d'une surveillance particulière conformément à l'arrêté préfectoral n° 2013-PREF/DRCL/BEPAFI/SSPILL/389 du 9 août 2013 portant imposition de prescriptions complémentaires visant à encadrer les modalités de gestion de la pollution aux solvants chlorés identifiée dans les eaux souterraines au droit du site de Saclay exploité par le CEA.

Tableau 25 : Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines

Analyses chimiques annuelles des eaux souterraines				
Paramètres	unité			
Dates	-	min	moyenne	max
pH	-	6.9	7.5	8.3
Conductivité	µS/cm	631	783	934
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	9.9	27	50
Hydrocarbures	mg/l	0.1	0.1	0.1
Aluminium	µg/l	10	16	39
Arsenic	µg/l	0.16	0.22	0.34
Bore	µg/l	14	24	54
Cadmium	µg/l	0.10	0.10	0.10
Cuivre	µg/l	1.0	1.8	4.4
Chrome	µg/l	1.0	1.0	1.0
Fer	µg/l	5.0	18	52
Mercure	µg/l	0.1	0.1	0.1
Nickel	µg/l	1.0	1.0	1.0
Plomb	µg/l	0.50	0.50	0.50
Zinc	µg/l	5.0	11	22
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0.5	0.5	0.7
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	0.5	0.5	0.5
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	1.0	1.0	1.0

Analyses chimiques semestrielles des eaux souterraines				
Paramètres	unité			
Dates	-	min	moyenne	max
pH	-	6.3	7.1	7.5
Conductivité	µS/cm	559	811	1290
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0.05	0.05	0.05
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	12	22	30
Bromures	mg/l	0.10	0.12	0.17
Chlorures	mg/l	17	35	59
Fluorures	mg/l	0.12	0.20	0.31
Sulfates	mg/l	47	85	170
Cyanures	µg/l	10	10	10
Indice phénols	µg/l	10	10	10
Hydrocarbures	µg/l	100	100	100
Aluminium	µg/l	10	11	33
Arsenic	µg/l	0.14	0.31	0.90
Bore	µg/l	9.1	24	160
Cadmium	µg/l	0.10	0.10	0.11
Cuivre	µg/l	1.0	1.5	8.5
Chrome	µg/l	1.0	1.2	3.6
Fer	µg/l	5.0	13	140
Mercure	µg/l	0.05	0.06	0.23
Nickel	µg/l	1.0	8.2	180
Plomb	µg/l	0.50	0.60	3.0
Zinc	µg/l	5.0	16	400
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0.50	6.7	47
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	0.50	19.7	108
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	1.0	3.7	24
Dichlorométhane	µg/l	5.0	5.0	5.0
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	1.0	2.3	13
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	0.50	0.67	2.0
1,1-dichloroéthane	µg/l	1.0	1.0	1.0
1,2-dichloroéthane	µg/l	1.0	1.0	1.0
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	0.50	0.72	4.1
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	1.0	1.0	1.0
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	1.0	1.0	1.0
Chlorure de vinyle	µg/l	0.50	0.50	0.50
1,1-dichloroéthylène	µg/l	1.0	1.2	3.8
Bromochlorométhane	µg/l	1.0	1.0	1.0
Dibromométhane	µg/l	1.0	1.0	1.0
Bromodichlorométhane	µg/l	1.0	1.0	1.0
Dibromochlorométhane	µg/l	1.0	1.0	1.0
1,2-dibromoéthane	µg/l	1.0	1.0	1.0
Tribromométhane	µg/l	1.0	1.0	1.0

Les trois cartes ci-après présentent les concentrations des trois principaux solvants organiques détectés : trichloréthylène (TCE), tétrachloréthylène (PCE) et dichloroéthylène (DCE). On constate des concentrations pouvant atteindre plusieurs centaines de $\mu\text{g/l}$, à comparer à la limite de $10 \mu\text{g/l}$ pour les TCE + PCE recommandée par l'OMS pour l'eau potable. Un paragraphe du chapitre 7 fait le point sur l'état d'avancement de cette pollution aux organo-chlorés en lien avec l'arrêté préfectoral du 9 août 2013.



Figure 28 : Concentrations en Trichloroéthylène (TCE) dans les eaux souterraines

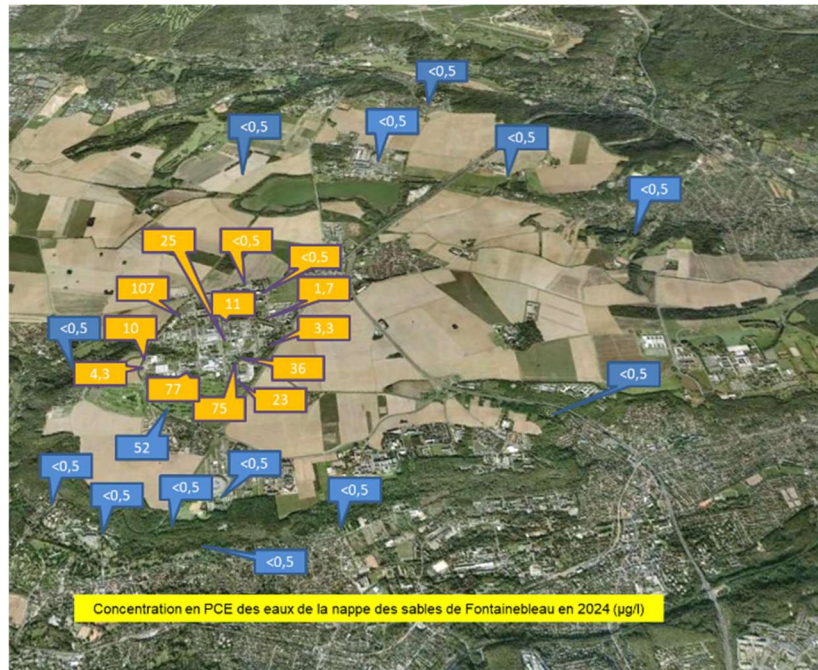


Figure 29 : Concentrations en Tétrachloroéthylène (PCE) dans les eaux souterraines



Figure 30 : Concentrations en cis 1,2-dichloroéthylène (DCE) dans les eaux souterraines

5 - SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDEPENDANTES

5.1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE

L'article 4.4.3. de l'arrêté préfectoral du 25/09/2009 stipule que le CEA doit faire réaliser annuellement sur les points de mesure R3, R4, et R7 une analyse des paramètres physico-chimiques et radiologiques prévus à l'article 4.3.7 (hors 4.3.7.4) par un laboratoire extérieur agréé.

De même, la décision n°2009-DC-0156 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15/09/2009 spécifie que le CEA doit faire réaliser annuellement sur les points de mesure R5 amont et R8 une analyse des paramètres physico-chimiques et radiologiques prévus à l'article 20.VIII par un laboratoire extérieur agréé.

Cette prestation a été réalisée :

- par le laboratoire Aquamesure, en ce qui concerne les mesures de pH, température et débit en continu,
- par le laboratoire EUROFINS, en ce qui concerne les analyses radiologiques (sous traitance à EICHROM) et physico-chimiques en différé.

La réalisation des mesures en continu et des prélèvements moyens journaliers des réseaux a été réalisée le 03/10/2024.

Les contrôles effectués sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 26 : Synthèse des contrôles effectués selon l'Arrêté préfectoral

Nature des effluents	Point de contrôle	pH/t° en continu	Débit en continu	Paramètres radiologiques et physico-chimiques en différé ⁽²⁾ AP (art. 4.3.7.)
Eau recyclée	R3	X	Non réalisé ⁽¹⁾	X
Effluents sanitaires traités	R4	X	X	X
Rejet général Centre	R7	X	X	X

(1) : Le débit du réseau R3, réseau sous pression, est mesuré en continu par un débitmètre électromagnétique dont les étalonnages sont réalisés selon les spécifications du fournisseur de l'appareil.

(2) : Les échantillons à analyser en différé ont été constitués à partir d'aliquotes prélevés proportionnellement aux volumes transitant dans les réseaux pendant 24h de 00h à 00h (TU).

Les contrôles effectués sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 27 : Synthèse des contrôles effectués selon la Décision ASN

Nature des effluents	Point de contrôle	pH/t° en continu	Paramètres physico-chimiques ⁽⁴⁾
			Décision (art. 20.VIII)
Effluents industriels bruts	R5 amont		X
Rejets pluviaux / eaux de refroidissement (Ovoïde Nord)	R8	X	X

5.2 – METHODOLOGIE DU CONTROLE

5.2.1 – Mesure de débit

Sur les points R4 et R7, les équipements de mesure ont été installés au niveau des canaux Venturi en place.

La mesure a été réalisée selon la méthode normalisée NF ISO 4359 par enregistrement de la hauteur d'eau (capteur bulle à bulle ou US relié à un boîtier d'acquisition de données), en amont d'un seuil de type Venturi présent en aval du canal d'amenée des eaux, pour la durée de la mesure.

5.2.2 – Mesure de pH et de la température

Sur les points R3, R4 et R7, les sondes de mesure ont été installées dans les « bacs transit » du Tableau de Contrôle de l'Eau dans lesquels circulent les effluents de ces points.

La mesure du pH a été réalisée sur site selon la méthodologie normalisée NF EN ISO 10523 « Qualité de l'eau – détermination du pH »

La mesure de la température a été réalisée sur site selon la méthodologie interne à la société Aquamesure FIQ76008.05 « mesure de la température ».

Ces opérations ont été effectuées selon les spécifications de la norme NF EN ISO 5667-3.

Les échantillons sont constitués par le CEA dans des flacons spécifiques aux analyses à réaliser et ont été fournis par chaque laboratoire d'analyses (Eurofins et CEA).

⁴ Les échantillons à analyser en différé ont été constitués à partir d'aliquotes prélevés proportionnellement aux volumes transitant dans les réseaux pendant 24h de 00h à 00h (TU).

5.3 – RESULTATS DES MESURES

5.3.1 – Mesures sur site en continu pendant 24 heures : R3, R4, R7

Tableau 28 : Résultats des mesures en continu

		R3		R4		R7	
		CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE
Débit	m ³ /h	-	-	8,6	9,4	67	65
	m ³ /j	-	-	207	227	1612	1566
pH min-max pH moyen	upH	7,01 - 7,10 (7,08)	6,91 - 7,01 (6,99)	7,05-7,16 (7,11)	7,03-7,14 (7,09)	7,49-7,61 (7,54)	7,54-7,69 (7,61)
T° moyenne	°C	16,86-17,52 (17,08)	16,86-17,53 (17,09)	18,61-19,26 (19,21)	18,89-19,48 (19,43)	13,28-14,57 (14,05)	13,24-14,61 (14,06)

Sur tous les points de rejet, on constate que les écarts de pH et température ne sont pas significatifs et largement inférieurs aux incertitudes de mesure (+/- 5% pour le pH et +/- 0,5°C pour la température).

Les mesures physico-chimiques en continu lors du contrôle sont conformes.

Les débits du point R4 sont conformes, la différence de 2,1% entre les 2 mesures de débit est assez faible vu la configuration du point (lecture de la hauteur d'eau) et des volumes mesurés.

Les volumes mesurés au point de rejet R4 dans le canal venturi lors du contrôle sont conformes.

Les débits du point R7 sont conformes, la différence de 0,2% entre les 2 mesures de débit est très faible vu la configuration du point (lecture de la hauteur d'eau) et des volumes mesurés.

Les volumes mesurés au point de rejet R7 dans le canal venturi lors du contrôle sont conformes.

5.3.2 - Mesures en différé : R3, R4, R5, R7, R8

5.3.2.1 - RESULTATS DES MESURES SUR R3, R5, R7, R8

Tableau 29 : Résultats des mesures en différé au titre de l'Arrêté Préfectoral

		R3				R7					
		EUROFINS		CEA		Concentration maximale	EUROFINS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	8,0	± 71	8,9	± 72	1000	< 8,0	< 6,2	500		
Carbone 14	Bq/L	< 6,0		< 1,9		16	< 6,0	< 2,1	8		
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,040		< 0,022		0,1	0,046 ± 100	0,024 ± 96	0,1		
Activité Béta globale	Bq/L	0,47 ± 16		0,37 ± 18		2	0,22 ± 20	0,24 ± 22	1		
MES	mg/L	< 2,0		< 2,0		30	21 ± 23	26 ± 14	30		
DBO5	mg/L	< 3,0		< 10		30	6,9 ± 46	< 10	20		
DCO	mg/L	8,9 ± 37		11 ± 26		100	18 ± 36	14 ± 24	100		
Bromures	mg/L	0,35 ± 9		0,32 ± 11		10	0,15 ± 24	0,15 ± 14	10		
Fluorures	mg/L	0,16 ± 38		0,17 ± 18		2	0,20 ± 13	0,20 ± 16	1,5		
Chlorures	mg/L						28 ± 9	28 ± 7	250		
Sulfates	mg/L						43 ± 11	41 ± 6	250		
Nitrites	mg/L						0,10 ± 8	0,13 ± 12	0,5		
Ammonium	mg/L						0,13 ± 18	0,12 ± 19	0,5		
Nitrates	mg/L						4,8 ± 17	5,1 ± 11	75		
N total	mg N/L	4,9 ± 23		6,9 ± 8		30	2,0 ± 23	2,8 ± 13	30		
P total	mg P/L	0,082 0 27		0,11 ± 30		5	0,15 ± 17	0,22 ± 30	2		
Cyanures	µg/L	< 10		< 10		100	< 10	< 10	50		
Indice phénol	µg/L	10 ± 10		< 10		300	< 10	< 10	500		
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,10		< 0,10		0,5	< 0,10	< 0,10	0,5		
Aluminium	µg/L	18 ± 28		18 ± 29		400	37 ± 30	37 ± 35	400		
Arsenic	µg/L	0,11 ± 20		0,22 ± 25		50	0,66 ± 20	0,75 ± 23	5		
Beryllium	µg/L	< 0,010		< 0,10		2	< 0,010	< 0,10	2		
Bore	µg/L	37 ± 30		46 ± 16		120	25 ± 32	33 ± 16	120		
Cadmium	µg/L	0,020 ± 25		< 0,10		5	< 0,010	< 0,10	5		
Chrome	µg/L	0,070 ± 33		< 1,0		20	0,22 ± 26	< 1,0	5		
Cuivre	µg/L	2,9 ± 15		2,4 ± 12		100	4,1 ± 15	3,5 ± 15	100		
Etain	µg/L	< 0,20		< 1,0		100	< 0,20	< 1,0	20		
Fer	µg/L	11 ± 35		10 ± 11		1000	35 ± 35	33 ± 14	1000		
Manganèse	µg/L	16 ± 31		15 ± 15		200	6,4 ± 30	6,4 ± 19	200		
Mercur	µg/L	< 0,010		< 0,050		5	< 0,010	< 0,050	5		
Nickel	µg/L	1,8 ± 16		1,5 ± 10		50	1,1 ± 16	< 1,0	20		
Plomb	µg/L	< 0,10		< 0,50		50	0,70 ± 26	0,54 ± 16	20		
Zinc	µg/L	18 ± 28		14 ± 15		2000	6,6 ± 30	5,2 ± 19	2000		
Tributylétain	µg/L	0,0001 ± 50		< 0,050	< seuil détection						
AOX	µg/L	100 ± 35		25 ± 26	700		29 ± 34	< 20	700		

Tableau 30 : Résultats des mesures en différé au titre de la décision ASN

		R5 amont					R8								
		EUROFINS			CEA		Concentration maximale	EUROFINS- Aquamesure			CEA		Concentration maximale		
		Résultat	Incertitude (%)		Résultat	Incertitude (%)		Résultat	Incertitude (%)						
pH	upH														
MES	mg/L	6,6	±	50	5,4	±	16	50	7,9		7,7		5,5 à 9,5		
DBO5	mg/L	7,1	±	21	< 10			30	9,2	±	23	10	±	15	30
DCO	mg/L	24	±	36	14	±	24	100	4,7		< 10			30	
Bromures	mg/L								14	±	36	8,0		100	
Fluorures	mg/L	0,28	±	16	0,26	±	14	1	0,14		0,13			10	
Chlorures	mg/L	95	±	8,6	110	±	6,0	200	0,25		0,24	±	14	1	
Sulfates	mg/L	90	±	11	95	±	6,0	500							
N total	mg N/L	9,7	±	6,6	9,6	±	9,0	30							
Phosphore total	mg P/L	0,67	±	7,8	0,79	±	28	5							
Cyanures	µg/L	< 10			< 10			50	0,10	±	23	0,31	±	27	5
Indice phénol	µg/L	20			< 10			100	< 10		< 10			< seuil de détection	
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,10			< 0,10			2							
Aluminium	µg/L	23	±	30	20	±	32	500							
Arsenic	µg/L	0,49	±	20	0,51	±	24	5	29	±	31	31	±	26	1000
Cadmium	µg/L	< 0,010			< 0,10			5							
Chrome	µg/L	0,090	±	30	< 1,0			10							
Cuivre	µg/L	6,5	±	15	5,0	±	13	100	0,23	±	26	< 1,0		5,0	
Etain	µg/L	< 0,20			< 1,0			20	4,4	±	15	3,9	±	13	100
Fer	µg/L	51	±	35	43	±	13	500							
Manganèse	µg/L	13	±	31	12	±	18	200	18	±	35	19	±	13	1000
Mercure	µg/L	< 0,010			< 0,050			5							
Nickel	µg/L	2,2	±	15	1,7	±	12	50							
Plomb	µg/L	1,0	±	25	0,77	±	28	100	1,0	±	16	< 1,0		50	
Zinc	µg/L	33	±	30	26	±	15	500	0,40	±	25	< 0,50		50	
Tributylétain	µg/L								10	±	30	8,4	±	16	2000
Chrome VI	µg/L								0,0009	±	50	< 0,050		< seuil de détection	
AOX	µg/L	76	±	36	22	±	26	700	< 10		< 5,0			< seuil de détection	
									27	±	37	< 20		1000	

5.3.2.2 - RESULTATS DES MESURES SUR R4

Tableau 31 : Résultats des mesures des eaux sanitaires en différé au titre de l'Arrêté Préfectoral

		R4						
		EUROFINS			CEA		Concentration maximale	
		Résultat	Incertitude (en%)		Résultat	Incertitude (en%)		
Tritium	Bq/L	8,1	±	59	9,3	±	55	-
Activité Alpha globale	Bq/L	<	0,040		<	0,025		-
Activité Béta globale	Bq/L	0,77	±	14	0,81	±	15	-
MES	mg/L	<	2,0		<	2,0		35
DBO5	mg/L	4,4	±	47	<	10		25
DCO	mg/L	14	±	36	12	±	26	125
N total	mg N/L	14	±	23	15	±	7	15
P total	mg P/L	0,14	±	17	0,20	±	42	2

Les résultats présentés par les 2 laboratoires présentent une bonne cohérence des résultats de mesure.

Les valeurs mesurées par les deux laboratoires restent inférieures aux valeurs limites réglementaires.

6 - EVALUATION DES IMPACTS

L'évaluation de l'impact radiologique est basée, en prenant des hypothèses très majorantes, à partir des rejets annuels atmosphériques et des rejets liquides des installations effectivement mesurés. L'estimation des doses radiologiques reçues annuellement par la population riveraine du site de Saclay du centre CEA Paris-Saclay, du fait des rejets réglementés des INB est calculée au moyen de la plateforme CERES® (Code d'Évaluations Rapides Environnementales et sanitaires) radiologique. Les calculs sont effectués à la personne représentative pour trois populations cibles (l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant d'un à deux ans). À partir des transferts de contamination modélisés entre les émissaires et l'environnement, l'évaluation de l'impact radiologique sur l'Homme est calculée en considérant les différents modes d'exposition (inhalation, ingestion et exposition externe).

6.1 - REJETS ATMOSPHERIQUES

L'évaluation des impacts radiologiques dus aux rejets atmosphériques du CEA Paris-Saclay, site de Saclay comporte deux étapes distinctes. La première consiste à déterminer les transferts atmosphériques entre le point d'émission et l'environnement, c'est-à-dire à définir la concentration moyenne d'un radioélément dans l'air en tout point de l'environnement extérieur au site du CEA. Ce calcul dépend essentiellement de la hauteur des émissaires de rejet et des différents paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, existence de précipitations) pouvant influencer sur les transferts. La seconde étape concerne le calcul de l'impact radiologique annuel, effectué à l'aide d'un logiciel, en l'occurrence CERES au CEA, qui permet, à partir des résultats précédents, de calculer l'impact radiologique en tenant compte de tous les modes de transfert de l'environnement à l'homme et de son évolution dans le temps.

L'évaluation de l'exposition par incorporation de radionucléides (inhalation ou ingestion) est réalisée à partir des facteurs de dose recommandés par la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique). Ces facteurs prennent en compte le métabolisme des radionucléides dans l'organisme, la nature et l'énergie des rayonnements émis, la radiosensibilité des tissus, et considèrent un temps d'intégration de 50 ans pour l'adulte et de 70 ans pour l'enfant.

- Présentation des voies d'expositions et choix de la personne représentative

Considérant les rejets de substances radioactives émis par une installation quelconque, les différentes voies d'exposition de l'homme sont les suivantes :

- ✓ l'immersion dans le panache et la remise en suspension des dépôts qui conduisent à une exposition interne par inhalation et à une exposition externe,
- ✓ la présence de radioactivité déposée au sol conduisant à une exposition externe,
- ✓ l'ingestion de végétaux, pour lesquels l'activité résulte principalement des dépôts d'aérosols et gouttes de pluie, mais aussi des transferts racinaires à partir du sol, et qui conduit à une exposition interne par ingestion,
- ✓ l'ingestion de produits animaux qui ont consommé des fourrages soumis aux rejets.

La personne représentative est choisie en fonction des vents dominants, de l'existence d'habitations, de cultures et d'élevage, au niveau des populations des localités les plus proches, à savoir au niveau :

- ✓ du Christ-de-Saclay et de Saclay-Bourg, qui sont supposées consommer les produits de leurs jardins, des produits animaux de la ferme de Viltain et des céréales de la ferme de la Martinière,
- ✓ de Saint-Aubin et de Villiers-le-Bâcle, qui sont supposées consommer les produits de leurs jardins, des produits animaux de la ferme de Coubertin et des céréales de la ferme de Saint-Aubin.

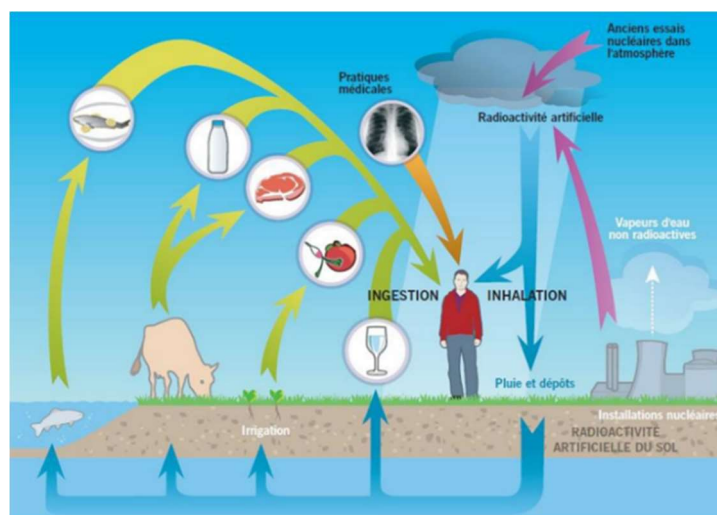
La population du Christ-de-Saclay, est au plus près du site et sous les vents dominants, et représentative de l'impact maximal susceptible d'être généré par les rejets gazeux résultant du fonctionnement des installations du CEA Paris-Saclay, site de Saclay. De plus, le Christ de Saclay est situé à une distance correspondant approximativement au point de retombée maximale des rejets gazeux pour les conditions météorologiques les plus probables.

- Localisation et hauteur des rejets

Les rejets sont considérés au niveau de leur émissaire (un émissaire unique par installation).

- Les données météorologiques

Les données météorologiques considérées pour les calculs d'impact sont une moyenne pluriannuelle établie pour les années 1989 à 2004 qui prennent en compte les directions et vitesses de vent ainsi que les conditions de diffusion dans l'atmosphère. Ces conditions météorologiques établies sur une période de 15 ans restent globalement plus représentatives pour un calcul moyen annuel que les données de vent annuelles dont la répartition et les fréquences associées peuvent varier significativement d'une année sur l'autre.



- La ration alimentaire

La ration alimentaire de l'adulte utilisée a été établie à partir des données nationales recueillies par l'INSEE. Il est considéré qu'un habitant consomme exclusivement des fruits et légumes issus de son jardin soit 95 kg par an, 9 kg de viande d'origine locale (soit 30 % de la ration alimentaire) et 21 litres de lait d'origine locale (soit 30 % de la ration alimentaire). La ration de l'enfant de 1 à 2 ans (nourrisson) a été estimée à environ 10 % de celle de l'adulte, sauf pour le lait, pour lequel la consommation moyenne quotidienne est de 0,7 litre (260 l/an).

- Hypothèses particulières aux voies d'atteinte

- ✓ Exposition externe due au passage du panache : il est supposé un taux de présence de 50 % au voisinage ou à l'intérieur des habitations, 30 % dans les champs proches du CEA Saclay, et 20 % hors de la zone d'influence du panache ;

- ✓ Exposition interne par inhalation : l'exposition interne résulte de l'activité inhalée durant le passage du panache. Il est considéré un débit respiratoire de 0,96 m³/h pour l'adulte et de 0,22 m³/h pour l'enfant de 1 à 2 ans. L'activité inhalée, liée à la remise en suspension, est négligeable face à celle du panache ;
- ✓ Exposition interne par ingestion de produits d'origine végétale et animale : les calculs effectués font intervenir d'une part les mécanismes de transfert des radionucléides de l'atmosphère aux végétaux puis aux produits animaux, d'autre part la consommation des produits d'origine locale. Le transfert d'activité aux végétaux s'effectue soit directement par captation des aérosols et des gouttes de pluie, par le couvert végétal, soit indirectement par voie racinaire à partir du sol. Lorsque le produit consommé est un fruit, un tubercule ou une racine, il est tenu compte des transferts internes à la plante. L'incorporation par les animaux des radionucléides rejetés s'effectue essentiellement par l'ingestion des végétaux (herbes, maïs).



Figure 31 : Localisation des points d'impact ciblés pour l'évaluation de l'impact du site de Saclay

6.2 – REJETS LIQUIDES

L'évaluation des impacts radiologiques dus aux rejets liquide du CEA Paris-Saclay, site de Saclay est également menée suivant deux étapes distinctes. Tout d'abord, le calcul de la concentration moyenne annuelle des radionucléides dans l'eau des étangs est effectué en considérant le flux d'activité rejetée, le volume des étangs, leur taux de renouvellement, les facteurs de dilution et d'appauvrissement issus des mesures effectuées depuis plusieurs années au point de rejet du centre R7 et dans les étangs. Ensuite, le calcul de l'impact radiologique annuel est effectué en tenant compte des différents modes de transfert de l'environnement à l'homme au travers des pratiques agricoles et piscicoles ainsi que des habitudes de consommation.

- Présentation des voies d'expositions et choix de la personne représentative

Les rejets du site transitent, via l'aqueduc des Mineurs, dans l'étang Vieux qui alimente l'étang Neuf dont l'exutoire est le ru de Vauhallan. Deux catégories de modes de transfert sont à distinguer :

- ✓ la première résulte de l'exploitation du milieu hydrologique local pour la production d'eau potable et la consommation de poissons,
- ✓ la seconde résulte de l'arrosage avec l'eau des étangs des productions agricoles qui sont destinées à la consommation humaine ou animale.

Ces voies de transfert conduisent essentiellement à une exposition interne par ingestion. L'arrosage peut conduire également à une exposition externe due aux dépôts et une exposition interne par inhalation liée à la remise en suspension des dépôts. La personne représentative à étudier vis-à-vis de l'impact radiologique est identifiée pour deux groupes :

- ✓ un groupe de pêcheurs qui consommeraient des poissons de l'étang Neuf et s'approvisionneraient en légumes à une ferme. Cette ferme utiliserait l'eau des étangs à des fins d'arrosage. Les pêcheurs consommeraient aussi la moitié de leur eau de boisson provenant d'un forage dans la nappe souterraine des sables de fontainebleau, située sous les étangs de Saclay,
- ✓ un groupe d'exploitants agricoles qui consommerait des produits végétaux et des produits animaux de la ferme et qui seraient exposés aux dépôts cumulés sur le sol du fait de l'arrosage des cultures avec l'eau des étangs (exposition externe et inhalation).

6.3 – BILAN DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS ATMOSPHERIQUES ET LIQUIDES

L'impact maximal est évalué en considérant hypothétiquement comme personne représentative adulte, un pêcheur de l'étang Neuf vivant au Christ-de-Saclay situé à 1 kilomètre du site. Les tableaux 39 et 40 présentent le détail pour l'année 2024, de l'évaluation de l'impact de la population riveraine du site CEA de Saclay pour les trois populations cibles, à savoir l'adulte, mais aussi l'enfant et le nourrisson. Il présente l'estimation des doses induites par l'ensemble des rejets confondus des INB et des ICPE du site, mais n'intègre pas les doses dues aux rejets de l'INB 29 exploitée par Curium Pharma.

Tableau 32 : détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2024 du fait des rejets liquides des installations du site de Saclay

Radionucléide ⁽³⁾	Effluents liquides (μSv) (Groupe des pêcheurs uniquement adulte)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte		Population enfant ⁽⁶⁾		Population nourrisson ⁽⁷⁾	
		IE ⁽⁴⁾	In ⁽⁵⁾	IE	In	IE	In
Am241	1.78E-05	—	< 0,01	—	—	—	—
Ar41	—	—	—	—	—	—	—
Be7	3.96E-02	—	< 0,01	—	—	—	—
Cl4aérsls	6.73E-02	—	2.57E-01	—	—	—	—
Cl4gaz	—	—	—	—	—	—	—
Cm243 et Cm244	—	—	—	—	—	—	—
Co60	2.57E-03	—	< 0,01	—	—	—	—
Cs134	2.97E-03	—	2.99E-01	—	—	—	—
Cs137+	2.97E-03	—	3.22E-02	—	—	—	—
Hg203	—	—	—	—	—	—	—
HT	—	—	—	—	—	—	—
HTO	7.32E+00	—	1.24E-02	—	—	—	—
I125org	4.36E-03	—	< 0,01	—	—	—	—
I131org	1.03E-01	—	1.59E-02	—	—	—	—
Kr85	—	—	—	—	—	—	—
Na22	3.17E-03	—	< 0,01	—	—	—	—
OBT	Issu de HTO	—	< 0,01	—	—	—	—
Pu238	3.56E-05	—	5.73E-02	—	—	—	—
Pu239+ ⁽⁸⁾	2.28E-05	—	4.06E-02	—	—	—	—
Pu240 ⁽⁹⁾	2.28E-05	—	4.05E-02	—	—	—	—
Tl202	2.57E-02	—	< 0,01	—	—	—	—
Rn222+ ⁽⁹⁾	—	—	—	—	—	—	—
Sb125+	—	—	—	—	—	—	—
Xe131lm	—	—	—	—	—	—	—
Xe133	—	—	—	—	—	—	—
U234 ⁽¹⁰⁾	1.63E-02	—	8.78E-02	—	—	—	—
U235+ ⁽¹⁰⁾	8.99E-04	—	< 0,01	—	—	—	—
U238+ ⁽¹⁰⁾	1.63E-02	—	8.71E-02	—	—	—	—
Zn65	6.33E-04	—	1.51E-01	—	—	—	—

Tableau 33 : Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2024 du fait des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay

Radionucléide ⁽³⁾	Effluents gazeux (μSv) (Groupe du Christ de Saclay)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte		Population enfant		Population nourrisson	
		IE	In	IE	In	IE	In
Am241	—	—	—	—	—	—	—
Ar41	9.37E+02	2.53E-02	—	2.53E-02	—	2.53E-02	—
Be7	—	—	—	—	—	—	—
Cl4aérsls	1.66E-02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cl4gaz	1.85E+01	< 0,01	1.19E-01	< 0,01	1.64E-01	< 0,01	5.43E-02
Cm243 et Cm244	—	—	—	—	—	—	—
Co60	4.24E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cs134	—	—	—	—	—	—	—
Cs137+	1.05E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hg203	2.58E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HT	1.81E+03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HTO	1.17E+03	—	8.97E-02	—	1.04E-01	—	3.89E-02
I125org	2.64E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
I131org	3.20E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kr85	2.93E+03	< 0,01	—	< 0,01	—	< 0,01	—
Na22	—	—	—	—	—	—	—
OBT	Issu de HTO	—	< 0,01	—	< 0,01	—	< 0,01
Pu238	—	—	—	—	—	—	—
Pu239+ ⁽⁸⁾	—	—	—	—	—	—	—
Pu240 ⁽⁹⁾	—	—	—	—	—	—	—
Tl202	—	—	—	—	—	—	—
Rn222+ ⁽⁹⁾	4.33E+01	1.36E-01		1.32E-01		1.56E-01	
Sb125+	1.07E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Xe131lm	Filiation	< 0,01	—	< 0,01	—	< 0,01	—
Xe133	4.31E+01	< 0,01	—	< 0,01	—	< 0,01	—
U234 ⁽¹⁰⁾	—	—	—	—	—	—	—
U235+ ⁽¹⁰⁾	—	—	—	—	—	—	—
U238+ ⁽¹⁰⁾	—	—	—	—	—	—	—
Zn65	—	—	—	—	—	—	—

Pour les rejets atmosphériques du site de Saclay, quelle que soit la population étudiée (adulte, enfant de 10 ans et enfant de 1 à 2 ans), l'impact radiologique est principalement dû au Carbone-14, au Radon-222 et au tritium, ainsi qu'à l'Argon-41.

Concernant les rejets liquides, l'impact est essentiellement lié à la consommation de viande et de lait pour le groupe « agriculteur » et de poisson pour le groupe « pêcheur ». L'impact est principalement dû au Carbone-14 et au Zinc-65 ainsi qu'aux isotopes du Plutonium, et en moindre mesure à l'Uranium naturel, aux Césium-134 et 137, ainsi qu'au tritium.

Pour l'année 2024, l'impact radiologique annuel à la population riveraine du fait des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides du site CEA de Saclay est très inférieur à la dose « triviale » de 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).

L'impact du site de Saclay reste par ailleurs négligeable comparé à l'exposition moyenne de la population française de 4,5 mSv/an, dont 3 mSv/an dus aux expositions naturelles et 1,5 mSv/an dus à l'exposition médicale (source Bilan IRSN 2014-2019 relatif à l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants).

7 - MAÎTRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA SITE DE SACLAY ET DE SON ENVIRONNEMENT

La maîtrise de l'impact des activités du centre sur son environnement fait l'objet d'une démarche globale pilotée par la direction du centre. Au-delà de la surveillance des rejets radioactifs ou chimiques des installations du centre et de son environnement, d'autres actions relèvent de la protection de l'environnement.

Le site est attentif à l'évolution de son environnement. Depuis le lancement de l'opération d'urbanisme d'intérêt national (OIN) en 2009, le plateau de Saclay connaît un ambitieux programme de développement qui se manifeste par plusieurs réalisations déjà visibles et des projets importants à venir. Le CEA Saclay se doit de veiller à maîtriser l'impact de ces évolutions pour préserver ses intérêts tout en collaborant à la satisfaction de l'intérêt général. Il doit veiller spécialement aux impacts potentiels que pourraient avoir certains projets sur la sûreté ou la sécurité de ses installations.

Démarche de management environnemental et de développement durable

Au-delà des strictes exigences réglementaires, le CEA Saclay est engagé depuis 2002 dans une démarche de management environnemental selon le référentiel ISO 14001 qui concerne la totalité des activités menées sur le site principal et le site annexe de l'Orme des Merisiers.

Cette démarche, structurée, conduit la direction du centre à définir une politique environnementale et des objectifs annuels qui sont relayés et déclinés dans l'ensemble des unités ou installations du centre. Outre ces objectifs, dont la réalisation est suivie à tous les niveaux de l'organisation au travers d'indicateurs, cette démarche permet de sensibiliser l'ensemble du personnel à la préservation de notre environnement et favorise de multiples initiatives en ce sens.

Plus globalement, sous l'impulsion de la direction générale du CEA, le site de Saclay est également engagé depuis 2007 dans une démarche de développement durable. Celle-ci contient l'ensemble de la démarche de management environnemental à laquelle s'ajoutent les composantes sociales et sociétales.

La qualité du système de management environnemental du centre et sa conformité à la norme ISO 14001 sont vérifiées chaque année par des organismes certificateurs. En 2024, un audit de suivi a confirmé la certification du CEA Paris-Saclay pour les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses. La politique environnementale concerne l'information et l'écoute des parties intéressées (autorités, commission locale d'information, collectivités locales), la prévention des pollutions et l'amélioration continue des performances environnementales, la surveillance des sites et de leur environnement, la gestion des situations accidentelles et, bien entendu, le respect des dispositions réglementaires.

Dans le cadre de cette démarche environnementale, au-delà du suivi des rejets des effluents radioactifs, le CEA Paris-Saclay suit l'impact de ses activités au travers d'autres aspects environnementaux, tels que le suivi des consommations en eau, l'évaluation de ses émissions de gaz à effet de serre, la gestion des déchets, la gestion des pollutions.

7.1 - LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Rejets gazeux non radioactifs : Émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone et Émissions de gaz à effet de serre

Conformément à la décision ASN n° 2009-DC-0156 du 15 septembre 2009, une évaluation des pertes de fluides frigorigènes et des émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone est réalisée par les INB.

L'estimation des pertes de fluides frigorigènes est réalisée à partir des bilans des recharges et des récupérations réalisées lors des interventions sur les appareils.

Par ailleurs, les INB du site de Saclay ont poursuivi leur programme d'élimination des HCFC (hydrochlorofluorocarbures) en prenant en compte le règlement 2024/573 du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés, modifiant la directive (UE) 2019/1937 et abrogeant le règlement (UE) 517/2014.

L'exploitation des INB du site de Saclay ne nécessite pas l'utilisation spécifique de gaz à effet de serre, à l'exception de l'INB 77 dont l'accélérateur Van de Graaf Vulcain comprend une quantité modeste d'un mélange d'azote et de gaz carbonique servant d'isolant électrique à l'intérieur de la cuve de l'accélérateur.

Les émissions des gaz à effet de serre font également l'objet d'un suivi global au niveau du centre. En 2024, les principales contributions des émissions sont réparties ainsi :

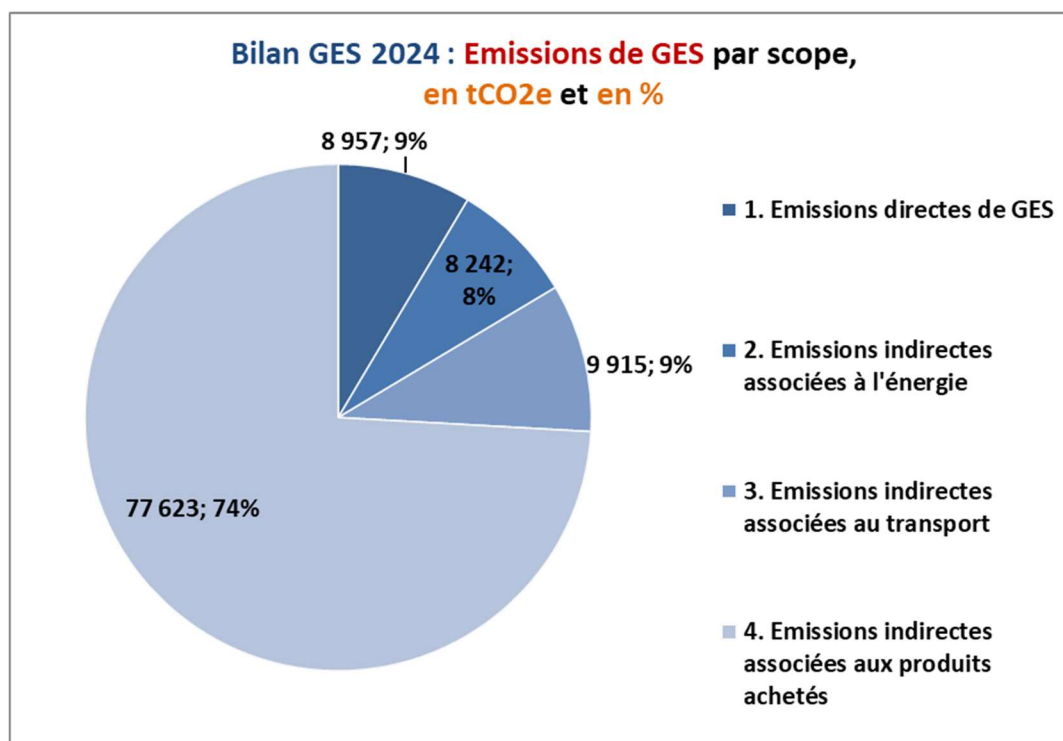


Figure 32 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre

7.2 - LES EFFLUENTS CHIMIQUES GAZEUX

Sur le site de Saclay, deux INB sont concernées :

- L'INB35, pour des rejets d'ammoniac (NH_3) lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella ;
- L'INB77, pour des rejets d'ozone (O_3) lors du fonctionnement des irradiateurs.

Pour l'INB 35, en 2024, il n'y a pas eu de campagnes de prétraitement chimique, la quantité d'ammoniac rejetée en 2024 est donc nulle.

Pour l'INB 77, le flux annuel d'ozone a été évalué à 27,7 kg, soit 9,2 % de l'autorisation annuelle. On observe une baisse par rapport à 2023 (- 27%).

7.3 - LES EFFLUENTS LIQUIDES ET LES DIFFERENTS RESEAUX D'EAU DU SITE

L'ensemble des INB transfèrent leurs effluents liquides vers la station de traitement des effluents industriels (qui permet de fabriquer de l'eau recyclée) ainsi que vers la station des effluents sanitaires du centre. Les seuls rejets liquides directs dans le milieu récepteur via l'ovoïde nord sont les eaux des circuits de climatisation des bâtiments du réacteur Osiris (INB 40) qui est arrêté depuis le 16/12/2015. En 2024, ces rejets directs ont été comptabilisés à 387 814 m³ (y compris les rejets d'eaux pluviales de la partie nord du centre) dont 25 830 m³ pour les seules eaux de refroidissement de l'INB 40.

Les réseaux d'eau du site sont rénovés progressivement chaque année permettant à la fois de limiter les pertes d'eau et de limiter les mélanges d'effluents entre réseaux.

La poursuite du programme pluriannuel d'entretien et de rénovation des réseaux d'eaux et d'effluents s'est traduite par le remplacement de 1471 m linéaires en 2024 (1125 m en 2023) dont ci-dessous le détail :

- Eau recyclée : 0 m
- Eau potable : 154 m
- Eau pluviale : 0 m
- Effluents sanitaires : 262 m
- Effluents industriels : 174 m

7.4 – LES DECHETS

7.4.1 – Les déchets conventionnels

Afin d'assurer une valorisation maximale de ses déchets conventionnels, le CEA a mis en place depuis plusieurs années un tri sélectif des déchets. Les déchets triés sont évacués vers des filières de traitement réglementaires, dans un périmètre géographique le plus proche possible. Ils sont alors, par ordre de priorité décroissant, soit :

- valorisés en matière : recyclage, réemploi,
- valorisés énergétiquement : incinération avec récupération d'énergie ou de chaleur, enfouissement avec récupération du biogaz, méthanisation des déchets alimentaires des restaurants,
- éliminés par incinération sans récupération d'énergie ou par enfouissement.

La volonté du Centre Paris-Saclay, site de Saclay est d'assurer une valorisation matière pour un maximum de ses déchets. En cas d'impossibilité, comme pour les ordures ménagères, la valorisation énergétique est alors favorisée. L'élimination n'est utilisée qu'en dernier recours.

Le tableau ci-après présentent les taux de valorisation des diverses catégories de déchets conventionnels produits sur le site CEA de Saclay.

Déchets	TONNAGES			% de valorisation		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Déchets inertes	2362	6608	10212	93%	93%	97%
Déchets non dangereux	2365	1870	1897	97%	95%	66%
Déchets dangereux	546	399	438	33%	44%	64%

Tableau 34 : Déchets conventionnels

Au total, le site du CEA de Saclay a évacué 12547 tonnes de déchets (8877 tonnes en 2023). Cette hausse par rapport à 2023 est liée à la poursuite de l'augmentation des déchets inertes déjà notée en 2023 (gravats liés à de nombreux chantiers sur le site en 2024). L'évacuation des déchets inertes fluctue d'une année sur l'autre en fonction des chantiers.

7.4.2 - Les déchets radioactifs

La stratégie du CEA repose en priorité sur l'envoi des déchets, aussitôt que possible après leur production, soit vers les filières d'évacuation existantes, soit vers un entreposage en conditions sûres dans des installations spécifiques.

Différentes mesures sont prises pour limiter les volumes de déchets radioactifs entreposés. D'une manière générale, la sectorisation de l'ensemble des bâtiments et aires du site, appelée « zonage déchets », a été réalisée afin d'identifier en amont les zones de production des déchets nucléaires et les zones de production des déchets conventionnels. Ce zonage est régulièrement mis à jour.

Le tri à la source et l'inventaire précis des déchets nucléaires permet, ensuite de les orienter dès leur création vers la filière adaptée de traitement, de conditionnement et de stockage ou à défaut d'entreposage.

Les centres de stockage définitif de l'ANDRA (CIRES et CSA) sont les filières d'évacuation des déchets solides de très faible activité ou de faible et moyenne activité. L'entreposage, en attente d'évacuation, est en général de courte durée dans les unités de production elles-mêmes ou dans les zones de regroupement du centre. Les déchets solides radioactifs qui ne peuvent pas être acceptés en stockage de surface sont dirigés vers des lieux d'entreposage du CEA dans l'attente de leur stockage futur.

En 2024, le CEA site de Saclay a expédié :

- 260 m³ de déchets de très faible activité (TFA) au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIRES) de l'ANDRA ;
- 52 m³ de déchets de faible et moyenne activité (FMA) envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA) de l'ANDRA

7.5 - LES CONSOMMATIONS D'EAU

Depuis plusieurs années un effort important a été consacré à la réduction des consommations d'eau. En moins de dix ans, ces consommations ont été réduites de 40 % environ tant pour l'eau de ville que pour l'eau recyclée. Ces réductions ont été rendues possibles grâce notamment à une politique volontariste de rénovation des réseaux et de suppression progressive des circuits de nombreux circuits de refroidissement à eau perdue. On peut remarquer en 2016 et 2017 les baisses importantes de consommation d'eau potable et recyclée suite à l'arrêt du réacteur Osiris fin 2015.

Consommation en eau potable et Eau recyclée

INB	Prévisions (m³)	Résultats (m³)
35	200	229
40	300 000	25 740
49	400	160
50	500	277
72	400	302
77	400	63
101	15 000	509

Tableau 35 : Consommation eau

Pour l'eau potable, la consommation se répartit sur l'ensemble des installations du site.

Pour l'eau recyclée, l'INB 40 (réacteur Osiris) a consommé en 2024 environ 10% de la production d'eau recyclée pour le refroidissement de ses groupes froids.

Le bâtiment siège 447 est également un gros consommateur d'eau recyclée pour sa climatisation (15% en 2024).

7.6 – Composés organo halogénés volatils – Caractérisation et dépollution

Fin 2005, une pollution en composés organo-halogénés volatils (COHV) de la nappe des sables au droit du centre avait été détectée. Les années suivantes, cette pollution, due à la présence majoritaire de trichloréthylène (TCE), a fait l'objet d'un programme important de caractérisation qui a permis d'identifier principalement deux zones, une zone sud, où le marquage est le plus important, et une zone ouest.

Conformément à l'arrêté préfectoral n° 2013-PREF/DRCL/BEPAFI/SSPILL/389 du 9 août 2013 portant imposition de prescriptions complémentaires visant à encadrer les modalités de gestion de la pollution aux solvants chlorés identifiée dans les eaux souterraines au droit du site de Saclay exploité par le CEA, la zone sud a fait l'objet en 2012 et 2013 d'une campagne de caractérisation complémentaire afin de conduire une opération de dépollution.

Pour mener à bien ces opérations, le site CEA de Saclay s'est appuyé sur l'expertise du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Après avoir caractérisé au mieux la localisation de la source de pollution, celui-ci a recommandé la mise en œuvre d'une opération de dépollution par ventilation de la zone non saturée des Sables de Fontainebleau. Celle-ci s'est déroulée sur une période de 7 mois de septembre 2012 à avril 2013. Une masse relativement significative, d'environ 200 Kg de COHV (principalement du trichloréthylène), a été extraite dont 50% pendant les deux premiers mois. Une baisse notable des niveaux de TCE et PCE dans l'eau du piézomètre F47 est observée depuis mi-2015 (facteur 2 à 3) en relation avec les opérations de venting réalisée en 2013 mais avec un certain retard (2 ans) lié au déplacement très lent de la nappe des sables de Fontainebleau (quelques mètres par an). Ce piézomètre est en effet situé en aval hydraulique de cette zone sud.

Ce constat permet de confirmer le modèle retenu par le BRGM et le bien-fondé de la méthode retenue. Sur la base du rapport détaillé des résultats des investigations, rapport établi début 2014, les conditions de la poursuite des opérations de la dépollution de la zone sud, conjointement à la caractérisation de la zone ouest, ont été définies et réalisées en 2015.

Pour ce qui concerne la zone sud, de nouvelles caractérisations ont été réalisées dans l'objectif d'identifier une éventuelle évolution de la pollution, deux ans après les opérations de ventilation du sol. Cette campagne n'a pas révélé de changement significatif. Sur les conseils du BRGM, il a donc été décidé d'examiner les possibilités d'investiguer sous les bâtiments concernés de manière à tenter de localiser plus précisément la source de pollution. Une campagne d'investigation dans les sous-sols des bâtiments 129 et 137 a été réalisée en Septembre 2016 afin d'obtenir des informations plus précises sur d'éventuelles sources de contamination par des produits organo-halogénés volatils. Cette campagne opérée par les équipes du BRGM a consisté à forer les dalles sous-jacentes des 2 bâtiments (environ une vingtaine de forages) afin de mesurer les concentrations de COHV gazeux. Ces investigations complémentaires ont permis d'améliorer les connaissances mais ne sont pas suffisantes pour déboucher sur des résultats conclusifs quant aux transferts de COHV au travers de la couverture argilo-sableuse de cette partie urbanisée du centre avec des installations toujours en activité. La réflexion pour déterminer les meilleurs moyens d'action à mettre en œuvre dans cette partie Sud du centre est toujours en cours.

La zone ouest, caractérisée en 2015, est essentiellement marquée au niveau de l'INB 72, mais à un niveau moindre que pour la zone sud. Il a été décidé d'engager des investigations complémentaires de manière à localiser plus précisément la source de pollution pour envisager ensuite une opération de ventilation plus efficace. La réalisation de 5 nouveaux forages de type « piézairs », au niveau et à proximité de l'INB 72, s'est concrétisée en décembre 2018. Une campagne de caractérisation de ces piézairs afin de déterminer leur potentiel pour une dépollution éventuelle par venting est prévue fin 2019. D'autre part, comme indiqué dans le chapitre 7, deux nouveaux forages (-70m) ont été réalisés fin 2018 dans le but d'améliorer la connaissance de la nappe des sables de Fontainebleau au droit du centre. Une réunion de concertation avec la DRIEE UT91 s'est tenue en juin 2019 pour faire le point sur ce dossier et le CEA s'est engagé sous 6 mois à proposer une stratégie globale à l'échelle du centre d'amélioration de la connaissance de l'état de la nappe de sables de fontainebleau. En 2020, création de 11 nouveaux piézomètres pour parfaire la connaissance de la pollution et le pompage des COHV. En 2021 création de 2 nouveaux piézairs proches de l'INB 72 en vue de réaliser un nouveau traitement par venting. Les premiers traitements dans cette zone ont permis de récupérer 63 kg de COHV (principalement du perchloroéthylène). La dépollution de la zone COHV INB72 a été réalisée jusqu'en mars 2022. Des dégazages ont également été réalisés depuis les piézomètres F43, F53 et F64 de mars à avril 2022. Une présentation de l'avancement de la situation a été réalisée à l'ASN et la DRIEAT en septembre 2022.

En 2024, deux nouveaux piézomètres F66 et F68 ont été installés au sud-ouest et sud-est de l'INB35 à des fins de caractérisation.

Une note décrivant l'état actuel et définissant un plan d'action actualisé a été réalisée en 2024 et présentée à la DRIEAT en janvier 2025.

8 – ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DÉCLARÉS À L'ASN DIVISION D'ORLÉANS

L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a défini à l'intention des exploitants nucléaires des critères précis de déclaration des événements significatifs pour la sûreté depuis 1983 et les incidents de transport depuis 1999. En 2002, des critères de déclaration ont été introduits dans le domaine de la radioprotection et, en 2003, dans le domaine de l'environnement. Ces critères ont été révisés par l'ASN au 1er janvier 2006.

Conformément aux articles 2.6.4 et 2.6.5 de l'arrêté INB du 07/02/2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, chaque événement significatif fait l'objet d'une déclaration rapide puis d'une analyse qui vise à établir les faits, à en comprendre les causes, à examiner ce qui pourrait se passer dans des circonstances différentes, pour finalement décider des meilleures solutions à apporter aux problèmes rencontrés. L'analyse des événements significatifs est un outil essentiel d'évaluation continue et d'amélioration de la sûreté. Elle est formalisée par un compte rendu d'événement significatif (CRES) transmis notamment à l'Autorité de sûreté nucléaire. Au sein de la Direction de la sûreté et de la sécurité nucléaire (DSSN), les événements significatifs déclarés aux autorités de sûreté font l'objet d'un suivi en continu. Leur analyse permet d'en tirer des enseignements qui, lorsqu'ils sont particulièrement intéressants et transposables aux diverses installations du CEA, sont partagées avec tous les centres, lors des réunions du réseau des préventeurs et par la diffusion de fiches d'information.

Les événements déclarés à l'ASN, à l'exception des événements liés à l'environnement, sont accompagnés d'une proposition de classement dans l'échelle INES.

En 2024, le CEA Paris-Saclay a déclaré à l'ASN quinze événements significatifs relatifs aux INB du site de Saclay et un relatif au Centre. Deux événements ont été classés dans le domaine de l'environnement. Tous ont été déclarés au niveau 0 sur l'échelle INES. Seuls les événements de niveau 1 font l'objet d'un communiqué de presse.

Les événements déclarés en 2024 à l'ASN sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Niveau	Date de déclaration	INB	Evénements
0	08/02/2024	35	Dépassement des délais d'entreposage des coques 12H dans le hall 67 de STELLA
0	15/03/2024	72	Présence de 5 sources associées au contrôle de bon fonctionnement de 3 détecteurs d'irradiation de la chaîne de mesure SACHA du bâtiment 114-Puits non enregistrées dans l'inventaire national
0	05/04/2024	50	Oubli du report de la dépression de la cellule blindée K1 sur le cahier de cette cellule avant intervention
0	05/04/2024	50	Non-respect de la conformité du colis UN 2908 suite à une inversion des vis lors de la fermeture de l'emballage de l'IR100 n°3 vide entre le bouchon de tape avant (repère 212) avec ceux de la tape arrière (repère 223)
0	09/04/2024	50	Perte de la mesure en continu en temps réel de la surveillance radiologique de la voie LCHE-C de l'émissaire E2 de l'INB 50 sur une période d'environ 10h
0	04/06/2024	50	Non-identification d'une zone ventilée ayant entraîné un défaut d'affichage d'obligation de port du masque ainsi que des interventions sans masque dans cette zone lors d'arrêts ventilation
0	11/06/2024	40	Non réalisation d'un essai trimestriel requis par les RGE : « contrôle de l'activité des eaux prélevées aux différents points de contrôle »
0	18/06/2024	101	Fuite supérieure à 20 kg de fluide frigorigène R134A dans l'environnement
0	09/07/2024	72	Chute de quelques centimètres d'un fût de déchets irradiant par un relâchement du grappin SACHA lors d'une opération transfert dans la cellule SACHA
0	24/07/2024	50	Valeurs de dépression dans certaines pièces ventilées par la famille II du bâtiment 625 non conformes aux exigences du chapitre 4 des RGE
0	14/10/2024	35	Non réalisation d'un zonage déchets opérationnel du sas du local 23E du bâtiment 387 lors d'une opération de conditionnement de déchets nucléaires TFA
0	24/10/2024	77	Emballage de transport contaminé en tritium
0	12/11/2024	72	Perte d'intégrité de pastilles de combustible lors du dégainage du premier lot de crayons de l'emballage RCC
0	27/11/2024	50	Défaut de fixation des vis entre la pièce d'interface du châssis de l'emballage IR100 et le plancher du caisson ISO 20 pieds
0	02/12/2024	101	Arrêt inopiné de la ventilation nucléaire du bâtiment réacteur de l'INB 101

Tableau 36 : Evénements significatifs

9. CONCLUSION

En 2024, les valeurs des rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques du site CEA Paris-Saclay de Saclay se situent en dessous des limites réglementaires.

Les différentes mesures de surveillance de l'environnement réalisées par le site CEA de Saclay mettent en évidence le très faible niveau des rejets de l'année 2024 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 ainsi que les contrôles des résultats de la surveillance permettent de s'assurer que les activités nucléaires du site sont menées de manière responsable, sans impact sur la santé ou l'environnement.

La volonté du CEA de mettre en place un schéma directeur RSE & développement durable démontre son objectif d'amélioration continue en vue de garantir des résultats très satisfaisants en gestion environnementale au sein de ses Centres.

9 - ANNEXE 1 : GLOSSAIRE

ADEC	Atelier de décontamination et d'expertise des colis
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
CERES	Code d'Évaluations Rapides Environnementales et
CIPR	Commission internationale de protection radiologique
CLI	Commission locale d'information
CNRS	Centre national de recherche scientifique
COFRAC	Comité français d'accréditation
CSA	Centre de stockage de l'Aube
DBO ₅	Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DDSD	Direction des projets de démantèlement, de service nucléaire et de gestion des déchets
DES	Direction des énergies
DRIEAT	Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports
DRIEE	Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France
DRF	Direction de la recherche fondamentale
DRT	Direction de la recherche technologique
EL3	Ancien réacteur Eau Lourde n°3
FA	Faible activité
GES	Gaz à effet de serre

IBFJ	Institut de Biologie François Jacob
ICE	Infrastructure pour les sciences du climat et de
ICPE	Installation classée pour la protection de
INB	Installation Nucléaire de Base
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM)
INSTN	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires
IRC	Indice de rigueur climatique
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
ISAS	Institut des sciences appliquées et de la simulation pour les énergies bas carbone
LANIE	Laboratoire de développement analytique, nucléaire, isotopique et élémentaire)
LARP	Laboratoire d'analyse radiologique et physico-
LASE	Laboratoire d'Analyse en Soutien aux Exploitants
LDE	Laboratoire dosimétrie et Expertises
LECI	Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés
LHA	Laboratoires de haute activité
LNHB	Laboratoire national Henri-Becquerel
L3MR	Laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides
MA	Moyenne activité
MES	Matières en Suspension
MTD	Meilleur technique disponible
NOx	Oxyde d'azote
NTK	Azote Total Kjeldhal
OIN	Opération d'urbanisme d'intérêt national (OIN)
RNM	Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement
RPL	Dosimètre fonctionnant par Radio-Photo-Luminescence
SBM	Service de chimie Bio-organique et de marquage
SCRE	Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement
SHFJ	Service hospitalier Frédéric Joliot
SHON	Surface hors œuvre nette
SIMOPRO	Service d'ingénierie moléculaire des protéines
SPRE	Service de protection contre les rayonnements et de surveillance de l'environnement
STES	Station de traitement des effluents sanitaires

TAR	Tour aéroréfrigérante
TCE	Tableau de Contrôle Environnement
TCSP	Transport en commun en site propre
THE	Très haute efficacité
UADS	Unité d'assainissement, démantèlement et reprise et conditionnement des déchets de Saclay

10 – 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 de Saclay du CEA Paris-Saclay.*
- *Figure 3 : Activités de R&D sur le site CEA de Saclay.*
- *Figure 4 : Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets du site CEA de Saclay (Volume exprimé en m3).*
- *Figure 5 : Vue aérienne du cheminement des effluents liquides vers l'extérieur du site de Saclay.*
- *Figure 6 : Evolution des rejets radiologiques atmosphériques des installations du site de Saclay depuis 2019*
- *Figures 7 et 8 : Répartition des activités 2024 du site de Saclay en gaz rares (TBq) et en Krypton-85 (GBq).*
- *Figures 9 : Evolution depuis 2021 des rejets du site de Saclay en composés chimiques réglementés.*
- *Figure 10 : Implantation des tours aéroréfrigérantes sur le site de Saclay.*
- *Figures 11 : Évolution des émissions (en Tonnes) de dioxyde de carbone de 2006 à 2024.*
- *Figure 12 : Évolution depuis 2019 des rejets à l'environnement en sortie du site de Saclay*
- *Figure 13 : Évolution des différentes catégories de rejets radiologiques liquides en sortie du site de Saclay depuis 2019*
- *Figure 14 : Les lieux et fréquences des prélèvements*
- *Figure 15 : Station météo du CEA site de Saclay*
- *Figures 16 : Rose des vents 2024*
- *Figure 17 : Localisation des stations de surveillance de l'environnement*
- *Figure 20 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle alpha mesurée au niveau des 4 stations*
- *Figure 21 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle bêta mesurée au niveau des 4 stations*
- *Figure 22 : Débit d'équivalent de dose moyen 2024 exprimé en μSv en périphérie du site*

- *Figure 23 : Ru de Corbeville en amont de l'étang de Villiers*
- *Figure 24 : Mesures du tritium hebdomadaire au niveau de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay*
- *Figure 25 : Points de prélèvement d'eau de surface*
- *Figure 26 : Emplacement des piézomètres sur le site de Saclay*
- *Figure 27 : Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du site CEA de Saclay en 2024*
- *Figure 28 : Concentration en Trichloroéthylène (TCE) dans les eaux souterraines*
- *Figure 29 : Concentration en Tétrachloroéthylène (PCE) dans les eaux souterraines*
- *Figure 30 : Concentration en cis-1,2-dichloroéthylène (DCE) dans les eaux souterraines*
- *Figure 31 : Localisation des points d'impact ciblés pour l'évaluation de l'impact du site de Saclay*
- *Figure 32 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre*

11 - ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX

- *Tableau 1 : Les différents émissaires de rejets atmosphériques du site CEA de Saclay.*
- *Tableau 2 : Activités volumiques maximales des paramètres radiologiques autorisées avant rejet par bâchée dans le réseau des effluents industriel R5.*
- *Tableau 3 : Limites annuelles autorisées en rejets atmosphériques (en GBq/an).*
- *Tableau 4 : Limites prévisionnelles de rejets radiologiques (en GBq) des INB du site de Saclay pour 2023.*
- *Tableau 5 : Limites annuelles chimiques autorisées (en kg) dans les rejets atmosphériques du site de Saclay*
- *Tableau 6 : Rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2024.*
- *Tableau 7 : Part des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2024 par rapport aux valeurs limites autorisées.*
- *Tableau 8 : Limites annuelles radiologiques autorisées par installation et en sortie de site dans les rejets liquides du site de Saclay et volume de rejets autorisés*
- *Tableau 9 : Activités et volumes des rejets liquides des installations du site de Saclay en 2024 comparés aux valeurs limite autorisées*
- *Tableau 10 : Rejets liquide (volume en m³, Activité en MBq) du site de Saclay en 2024 comparés aux valeurs limite autorisées.*
- *Tableau 11 : Concentrations et flux mesurés en sortie de site (point R7) comparées aux valeurs limites réglementaires avec le nombre de dépassement (%)*
- *Tableau 12 : Moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2024*
- *Tableau 13 : Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2024 (en Bq/kg sec)*

- *Tableau 14 : Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du site de Saclay en 2024*
- *Tableau 15 : Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2024 (en Bq/kg frais)*
- *Tableau 16 : Débits d'équivalent de dose annuel moyen aux 4 stations*
- *Tableau 17 : Mesures physico chimique effectuées en 2024 dans le plan d'eau de Villiers*
- *Tableau 18 : Concentrations en émetteurs bêta gamma des étangs*
- *Tableau 19 : Concentrations chimiques mensuelles min, moyennes et max dans les étangs*
- *Tableau 20 : Radioactivité artificielle des sédiments des étangs*
- *Tableau 21 : Activités spécifiques des poissons*
- *Tableau 22 : Activités dans les roseaux des étangs*
- *Tableau 23 : Analyses chimiques des eaux de ru de Vauhallaan prélevées le 8 août 2024*
- *Tableau 24 : Activité volumique en tritium dans les eaux de forage*
- *Tableau 25 : Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines*
- *Tableaux 26 à 31 : Tableaux mesures indépendantes*
- *Tableau 32 et 33 : Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de dose 2024 du fait des rejets atmosphériques et liquides*
- *Tableau 34 : Déchets conventionnels*
- *Tableau 35 : Consommation en eau*
- *Tableau 36 : Évènements significatifs*

12 – ANNEXE 4 : LISTE DES DEFINITIONS

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 aérobie) dissoute 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 DBO_5 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 indissolubles 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 ; isotope radioactifs d'un éléments.

Radionucléides artificiels : ils désignent les éléments radioactifs qui n'existent plus sur la Terre, et qui sont créés 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 « rayon » d'énergies suffisantes 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.