



**RAPPORT ENVIRONNEMENT 2023**

**Centre CEA Paris-Saclay**

Site de Saclay

cea

# **BILAN 2023**

## **AUTEURS :**

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

Mme Catherine BORDIER-OLIVEIRA, Mr Sébastien MAROT, Mr Jean-Marie FAUQUANT et Mme Elodie LANOUE

***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 : Château d'eau Auguste Perret © E. Autin / CEA

# SOMMAIRE :

<b>1 -</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2 -</b>	<b>PRESENTATION GENERALE DU SITE DE SACLAY DU CENTRE CEA PARIS-SACLAY..</b>	<b>6</b>
2.1 -	IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE .....	6
2.2 -	ACTIVITES ET EFFECTIFS .....	8
2.3 -	LES PRINCIPALES INSTALLATIONS .....	10
2.3.1 -	<i>Les Installations nucléaires de base (INB) .....</i>	<i>11</i>
2.3.2 -	<i>Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) .....</i>	<i>13</i>
2.3.3 -	<i>Prescriptions réglementaires applicables .....</i>	<i>16</i>
2.4 -	LES EFFLUENTS .....	17
2.4.1 -	<i>Les rejets atmosphériques .....</i>	<i>17</i>
2.4.2 -	<i>Les rejets liquides .....</i>	<i>19</i>
2.5 -	LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE .....	22
<b>3 -</b>	<b>LE CONTROLE DE REJETS D'EFFLUENTS DU SITE .....</b>	<b>22</b>
3.1 -	REJETS DES EFFLUENTS ATMOSPHERIQUES .....	22
3.1.1 -	<i>Cadre réglementaire .....</i>	<i>22</i>
3.1.2 -	<i>Prévisions des rejets atmosphériques des INB .....</i>	<i>23</i>
3.1.3 -	<i>Surveillance de la radioactivité des rejets atmosphériques .....</i>	<i>24</i>
3.1.4 -	<i>Surveillance physico-chimique des rejets atmosphérique .....</i>	<i>30</i>
3.1.5 -	<i>Contrôle des légionnelles dans les tours aéroréfrigérantes .....</i>	<i>31</i>
3.1.6 -	<i>Émissions des chaufferies du site .....</i>	<i>32</i>
3.2 -	REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES .....	33
3.2.1 -	<i>Rejets liquides radiologiques .....</i>	<i>33</i>
3.2.2 -	<i>Rejets liquides chimiques .....</i>	<i>37</i>
<b>4 -</b>	<b>SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>39</b>
4.1 -	LA SURVEILLANCE METEOROLOGIQUE .....	39
4.2 -	LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE .....	41
4.3 -	LES EAUX DE PLUIE .....	43
4.4 -	LES SOLS DU PLATEAU .....	44
4.5 -	LES HERBES DU PLATEAU .....	44
4.6 -	LES FRUITS ET LEGUMES DU PLATEAU .....	45
4.7 -	LE LAIT .....	46
4.8 -	L'IRRADIATION AMBIANTE .....	47
4.9 -	LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE .....	48
4.9.1 -	<i>Les eaux du plan d'eau de Villiers .....</i>	<i>48</i>
4.9.2 -	<i>Les eaux de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay .....</i>	<i>49</i>
4.9.3 -	<i>Les sédiments des étangs de Saclay .....</i>	<i>51</i>
4.9.4 -	<i>Les poissons des étangs .....</i>	<i>51</i>
4.9.5 -	<i>La flore aquatique des étangs .....</i>	<i>52</i>
4.9.6 -	<i>Les eaux de surface (rivières, rus et rigoles) .....</i>	<i>52</i>
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.....	58
<b>5 - SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDEPENDANTES .....</b>	<b>62</b>
5.1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	62
5.2 - METHODOLOGIE DU CONTROLE.....	63
5.2.1 - Mesure de débit.....	63
5.2.2 - Mesure de pH et de la température.....	64
5.3 - RESULTATS DES MESURES .....	64
5.3.1 - Mesures sur site en continu pendant 24 heures : R3, R4, R7.....	64
5.3.2 - Mesures en différé : R3, R4, R5, R7, R8.....	65
<b>6 - EVALUATION DES IMPACTS .....</b>	<b>67</b>
6.1 - IMPACT RADIOLOGIQUE SANITAIRE .....	68
6.1.1 - Rejets atmosphériques .....	68
6.1.2 - Rejets liquides .....	70
6.1.3 - Bilan de l'impact radiologique des rejets atmosphériques et liquides.....	71
6.2 - IMPACT CHIMIQUE SANITAIRE.....	73
<b>7 - MAITRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA SITE DE SACLAY ET DE SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>74</b>
7.1 - REJETS D'EFFLUENTS.....	75
7.1.1 - Radioactifs gazeux.....	75
7.1.2 - Rejets d'effluents liquides.....	76
7.2 - LES DECHETS .....	77
7.2.1 - Les déchets conventionnels.....	77
7.2.2 - Les déchets radioactifs.....	78
7.3 - LES CONSOMMATIONS D'EAU .....	78
7.4 - COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS - CARACTERISATION ET DEPOLLUTION.....	79
7.5 - MAITRISE DE L'ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	81
7.6 - INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT .....	81
7.6.1 - TCSP.....	81
7.6.2 - Ligne 18 du Grand Paris Express.....	81
7.7 - RELATIONS INTER-ENTREPRISES.....	82
<b>8 - ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DÉCLARÉS À L'ASN DIVISION D'ORLÉANS .....</b>	<b>82</b>
<b>9 - ANNEXE 1 : GLOSSAIRE .....</b>	<b>85</b>
<b>10 - ANNEXE 2 : LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>87</b>
<b>11 - ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>88</b>
<b>12 - ANNEXE 4 : LISTE DES DEFINITIONS.....</b>	<b>90</b>

## 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 1er 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.

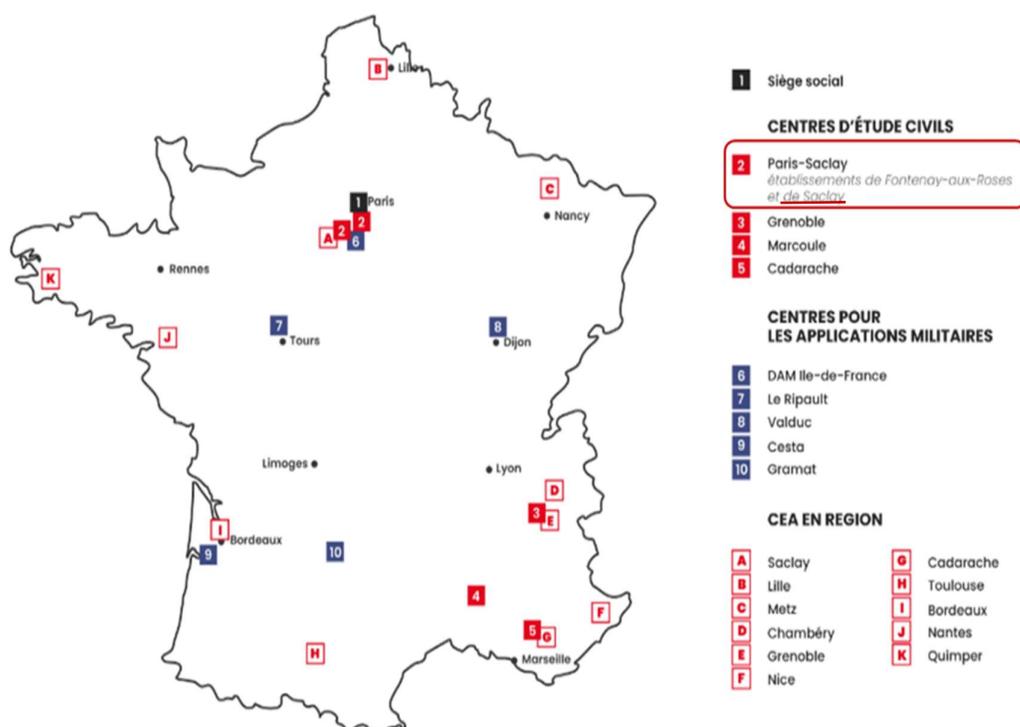


Figure 1 : Carte des Centres CEA civils et pour les applications militaires et ses partenariats régionaux.

Ce rapport environnemental présente le bilan 2023 de la surveillance de l'environnement et du contrôle des rejets du site de Saclay du centre CEA de Paris-Saclay en application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié en 2013, dit « Arrêté INB »<sup>1</sup>. Son contenu est élaboré selon les prescriptions de l'article 5.3.1 de la Décision ASN 2013-DC-0360 modifiée

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

en 2016, dite « Décision environnement »<sup>2</sup> et homologuée par arrêtés des 9 août 2013 et du 5 septembre 2016.

Il présente également le bilan environnement 2023 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 l'environnement (ICPE)<sup>3</sup>.

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 trois 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 un 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.

Et plus récemment :

- À environ cinq kilomètres à l'est sur la commune de Palaiseau, le site de Nano-Innov inauguré le 20 février 2012 ;
- Le site de Bure-Saudron, en Haute-Marne, où se trouve la plate-forme technologique de prétraitement de la biomasse inaugurée le 6 octobre 2014.

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.

---

*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.*

*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.*

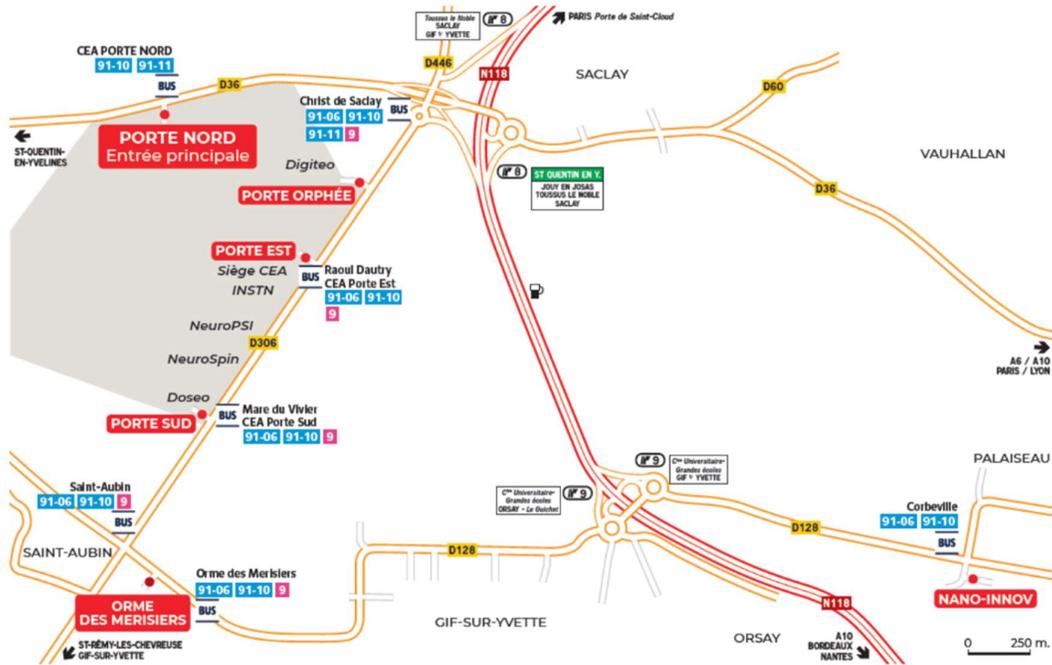


Figure 2 : Implantation géographique du site de Saclay.

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.

Image 1 : Bâtiment Neurospin situé dans la zone semi-ouverte © A.Gonin / CEA

La façade Sud-Est du centre qui rassemble l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (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.

## 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.

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 économique 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.

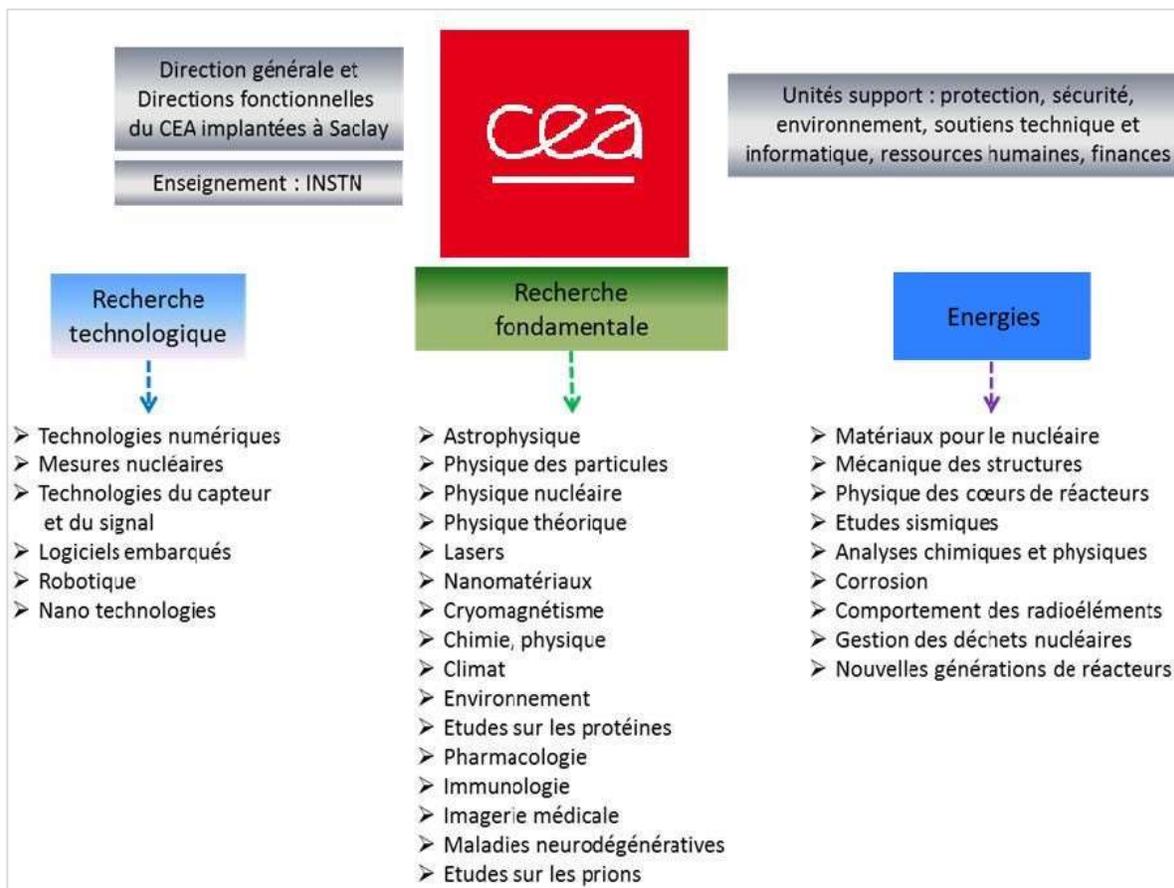


Figure 3 : Activités de R&D (Recherche et développement) sur le site CEA de Saclay.

Par sa taille, l'établissement de Saclay du CEA Paris-Saclay est aussi un acteur économique important sur le plan local. Avec plus de 7 500 personnels, le site de Saclay compte environ 4 300 salariés en contrat à durée indéterminée, 1 000 salariés en contrat à durée déterminée, essentiellement des chercheurs doctorants ou post-doctorants, et près de 600 collaborateurs extérieurs (Centre national de recherche scientifique (CNRS), Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), universités). Le Centre accueille environ 600 stagiaires universitaires, héberge plusieurs entreprises représentant environ 600 salariés et de l'ordre de 800 salariés d'entreprises extérieures interviennent chaque année sur le site.

Le site de Saclay, c'est aussi plus de 700 salariés pratiquant des activités d'enseignement dans les écoles ou universités. Il réalise chaque année environ 250 M€ de commandes auprès de plus de 3 000 fournisseurs. En considérant les emplois directs (salariés sous contrat CEA), les emplois indirects produits par les achats du centre et les emplois induits par la consommation des salariés, l'impact socio-économique du site de Saclay est estimé à près de 10 000 emplois.

Cet impact socio-économique est réparti essentiellement sur le département de l'Essonne (40%) et les 3 départements des Yvelines, des Hauts-de-Seine et de Paris (environ 15% chacun).



Figure 4 : Situation du site de Saclay, sur le plateau Sud de Saclay.

### 2.3 – LES PRINCIPALES INSTALLATIONS

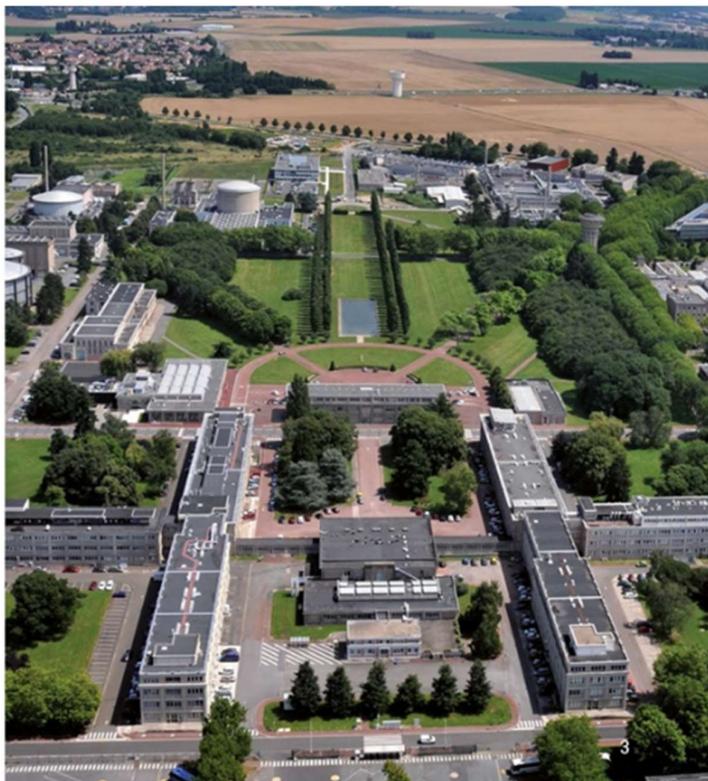


Image 2 : Vue aérienne du site CEA de Saclay. © CEA

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 NUCLEAIRES DE BASE (INB)

Au 31 décembre 2023, 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 du site 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 1 du LECI, un laboratoire dit chaud. © PF.Grosjean / CEA

**L'irradiateur gamma Poséidon (INB 77)** : il est affecté aux études et prestations de qualification pour les matériaux des réacteurs nucléaires, ainsi qu'à la radio-stérilisation de produits manufacturés à usage médical. L'irradiateur Pagure et l'accélérateur Van de Graaf Vulcain le complète dans ses fonctions.



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



Image 5 : STELLA, hall de stockage des coques situé dans l'INB 35. © L.Zylberman / IRSN / 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 « concentras » radioactifs, lesquels sont entreposés puis cimentés en vue d'une évacuation vers l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).

Les quatre autres INB du CEA présentées ci-après, sont définitivement arrêtées :



Image 6 : Cellule chaude du LHA © 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 site CEA de 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. 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.



Image 7 : Réacteur Osiris en fonctionnement en 2013, à sa puissance nominale de 70 MW.

© PF.Grosjean / CEA

**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 le 29 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.



**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 CEA 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 8 : Puits déchets à l'INB 72  
© E. Autin / CEA

### 2.3.2 – LES INSTALLATIONS CLASSEES 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 huit 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 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 9 : Vue panoramique de l'installation Actinéo © M. Stroppa/CEA

**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.

**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 14C 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.

**ADEC (LOT 16) – Atelier de décontamination et d'expertise des colis** : cet atelier est une installation disposant d'infrastructures permettant d'accueillir diverses activités en support au fonctionnement des activités nucléaires du centre. Elle dispose d'une capacité importante pouvant recevoir des matériels volumineux pour réaliser notamment des opérations d'entretien ou de décontamination. Aujourd'hui, l'installation permet l'entreposage de colis de déchets faible activité/Moyenne activité (FA/MA) en caisson avant leur prise en charge par le Centre de stockage de l'Aube (CSA) sur la dalle extérieure et l'entreposage de déchets nécessitant un traitement avant d'être pris en charge par les exutoires dans les différents locaux de l'installation.



Image 10 : Plateforme DOSEO.

© L. Godart/CEA

**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 : Accélérateur de particules situé au LEEL. © CEA



Image 12 : EL3 est à présent un bâtiment dédiée à l'événementiel et à des visites. © E. Autin / CEA

**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.

Le site 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 m<sup>2</sup> 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, une chaufferie, une station de traitement des effluents sanitaires, et une station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée.



Image 13 : La chaufferie du site de Saclay comporte trois chaudières. © 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 m<sup>3</sup>/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 REGLEMENTAIRES 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) - ex 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 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 ATMOSPHERIQUES

#### 2.4.1.1 – Émissaires de rejets atmosphériques

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 2023, le Centre compte 24 émissaires de rejets (hors chaufferies du centre). 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 2023.

		Mesures en continu									
		Prélèvements ponctuels ou en continu, mesures différées									
			Aérosols		Carbone 14	Iodes	Gaz rares	Bêta global	Alpha global	Emetteurs gamma	
			Débit	Gaz rares							Bêta global
Les Installations Nucléaires de Base (INB)	INB 35	E 14	X		X	X	X	X	X	X	
		E 16	X		X	X	X	X	X	X	
		E27	X		X	X	X	X	X	X	
	INB 40	E 5	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
		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
E19		X	X	X	X		X (1)	X	X	X	
INB 101	E 7	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	
	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
		LCH	X				X		X	X	X
	ICPE I27 – Lot 19	E 30	X				X		X	X	
	I128	E 31	X				X		X	X	
	ICPE I75 – Lot 23	E 8	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	

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

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 - Maîtrise des rejets atmosphériques

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 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 évacué en tant que déchets ou rejetés ensuite à l'environnement de manière indirecte comme le présente la Figure 5 (référence 2023).

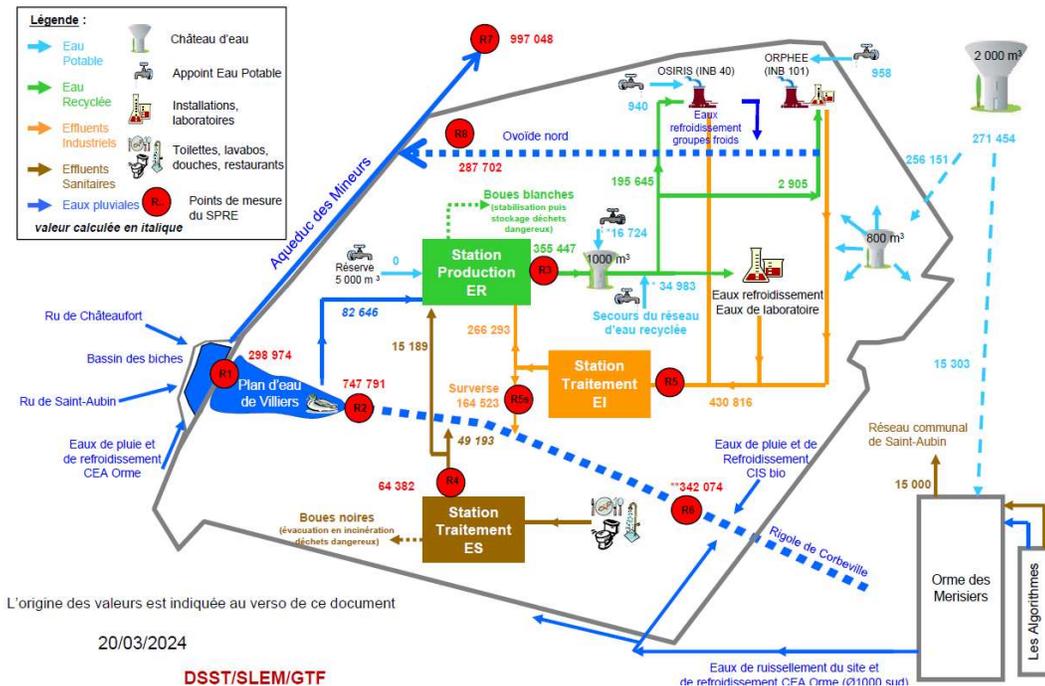


Figure 5 : Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets du site CEA de Saclay (Volume exprimé en m³).

- 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 à l'installation nucléaire de base n° 35 pour y subir un traitement par évaporation.

Le cas échéant, ils peuvent être également pris en charge par d'autres stations de traitement du CEA. Pour ce type d'effluents, il n'existe aucun réseau susceptible de conduire à des rejets directs dans l'environnement. Les concentrats (résidus d'évaporation), qui renferment en fin de processus la grande majorité de la radioactivité présente dans les effluents, sont conditionnés sous forme solide conformément aux spécifications de prise en charge pour un stockage définitif sur le site de l'ANDRA. Les distillats (partie restant liquide contenant des traces de radioactivité) rejoignent les réservoirs tampons de l'installation (INB 35).
- 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.

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

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

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 18 pour chaque paramètre physico-chimique au niveau de l'exutoire final (R7).

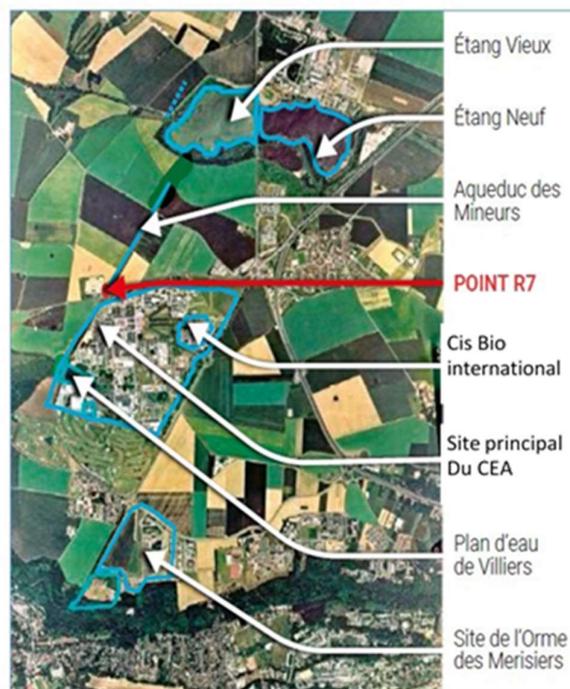
- **Les effluents sanitaires** de l'ensemble des bâtiments sont dirigés via un réseau spécifique de collecte (R4) vers la station de traitement des effluents sanitaires du Centre. Celle-ci met en œuvre un procédé de traitement par boues activées et filtration membranaire qui améliore notablement les performances de traitement des pollutions azotées et phosphorées. En sortie de station, les effluents traités rejoignent soit la station de production d'eau recyclée ou 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 (Cis bio international) transitent via le réseau des effluents industriels (R5) et sont donc aussi comptabilisés au travers des autres réseaux du centre (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.*

Les effluents issus des réseaux R4, R5, et R6 rejetés 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 6 : 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 centre en 20 points ;
- Débit d'exposition du rayonnement gamma, prélèvements des poussières atmosphériques sur filtre, des halogènes piégés sur charbon actif, du tritium ainsi que du carbone 14 par barbotage dans l'eau et prélèvements de végétaux : en 4 stations dans un rayon de 2 km autour du centre (Saclay-Village, Saint-Aubin, Orsigny, Villiers-le-Bâcle) ;
- Précipitations atmosphériques : en 2 stations dans un rayon de 2 km autour du centre (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 centre et en 12 forages extérieurs.

### 3 – LE CONTROLE DE REJETS D'EFFLUENTS DU SITE

En application des prescriptions individuelles du site CEA 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 Centre. 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 REGLEMENTAIRE

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.

	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				
<b>TOTAL INB</b>	<b>83000</b>	<b>16400</b>	<b>130</b>	<b>0,76</b>	<b>0,041</b>
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
<b>TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7</b>	<b>2100</b>	<b>66000</b>	<b>1900</b>	<b>0,035</b>	<b>0,23</b>
<b>Total site de Saclay</b>	<b>85100</b>	<b>82400</b>	<b>2030</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

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

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.

En 2023, il est à noter que des limites réglementaires en carbone 14 ont été modifiée 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 - PREVISIONS DES REJETS ATMOSPHERIQUES DES INB

Comme prévu par la « Décision environnement » en application de l'« Arrêté INB », chaque INB du site CEA de Saclay fixe ses limites prévisionnelles de rejets. Pour l'année 2023, les prévisions de rejets radiologiques et chimiques par voie atmosphérique des INB concernées sont présentées respectivement dans les Tableau 4 et 5.

Image 14 : STELLA, hublot de contrôle situé dans la station de traitement des effluents liquides actifs. © L.Zylberman / IRSN / CEA



	REJETS GAZEUX - limites prévisionnelles par installation en GBq				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs $\beta$ et $\gamma$
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

Tableau 4 : Limites prévisionnelles de rejets radiologiques (en GBq) des INB du site CEA de Saclay pour 2023.

Trois INB du site de Saclay sont concernées soit pour une substance chimique spécifique, à savoir l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) ou l'ozone ( $\text{O}_3$ ), soit pour la famille de composés chimiques que sont les composés organiques volatils (COV).

INB	Composés chimiques	Concentration ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Flux annuel (kg)
IN 35	Ammoniac ( $\text{NH}_3$ )	50	250
INB 77	Ozone ( $\text{O}_3$ )	24	300
ICPE Cel. 6 INB 49	Composés Organiques Volatils (COV)	4	16

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

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 RADIOACTIVITE DES REJETS ATMOSPHERIQUES

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 atmosphériques annuels comparés aux valeurs limites autorisées

Les tableaux 6 et 7 présentent les rejets comptabilisés pour 2023 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 2023, aussi bien en autorisation annuelle que mensuelle.

	Rejets gazeux 2023 (en GBq)				
	Gaz rares	Tritium H-3	Carbone-14	Iodes	Beta gamma
INB 35		3,99E+01	5,05E+00	1,51E-04	1,20E-04
INB 40	7,09E+02	2,05E+01	2,26E-01	4,07E-04	4,99E-04
INB 49		2,19E-01	2,29E-01		8,00E-05
INB 50	2,93E+03	6,56E+00		7,58E-04	1,27E-03
INB 72	4,24E+01	3,95E+01	1,79E-01	4,55E-04	1,27E-04
INB 101	2,71E+02	5,72E+02	4,97E-01	3,10E-04	1,04E-04
ICPE Cel. 6 INB 49		6,72E-02		1,56E-04	4,32E-05
ICPE Cel. 7 INB 49	9,57E-01				
<b>TOTAL INB</b>	<b>3,95E+03</b>	<b>6,78E+02</b>	<b>6,18E+00</b>	<b>2,24E-03</b>	<b>2,24E-03</b>
ICPE - I1 Lot 1	1,01E-03	5,46E-01		3,50E-04	1,13E-04
ICPE - I246 Lot 13		7,69E-01			
I16		3,23E-01		8,14E-06	
ICPE - I105 Lot 16		1,64E+01	4,14E-01	6,00E-04	3,59E-04
ICPE - I27 Lot 19	1,57E-01			1,42E-04	4,05E-05
I128				4,56E-05	4,56E-05
ICPE - I75 Lot 23		2,29E+03	1,19E+01	8,40E-05	1,66E-02
<b>TOTAL ICPE (hors Cel. 6 et 7)</b>	<b>1,58E-01</b>	<b>2,31E+03</b>	<b>1,23E+01</b>	<b>1,23E-03</b>	<b>1,72E-02</b>
<b>TOTAL CEA Saclay</b>	<b>3,95E+03</b>	<b>2,98E+03</b>	<b>1,85E+01</b>	<b>3,47E-03</b>	<b>1,94E-02</b>

Tableau 6 : Rejets atmosphériques des installations du site CEA de Saclay en 2023.

	Rejets gazeux 2023 (en % de la limite annuelle autorisée)				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35	-	4,0%	5,1%	0,2%	6,0%
INB 40	7,1%	1,0%	1,1%	0,1%	5,0%
INB 49	-	0,0%	57,3%	-	0,8%
INB 50	14,6%	0,1%	-	0,8%	12,7%
INB 72	0,2%	1,6%	17,9%	2,3%	2,5%
INB 101	0,9%	11,4%	5,0%	1,6%	3,5%
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,1%	-	1,0%	4,3%
ICPE Cel. 7 INB 49	0,0%	-	-	-	-
<b>TOTAL INB</b>	<b>4,8%</b>	<b>4,1%</b>	<b>4,8%</b>	<b>0,3%</b>	<b>5,5%</b>
ICPE - I1 Lot 1	0,0001%	2,7%	-	10%	11%
ICPE - I246 Lot 13	-	10%	-	-	-
I16	-	0,3%	-	4%	-
ICPE - I105 Lot 16	-	11%	15%	6,0%	1,0%
ICPE - I27 Lot 19	6,3%	-	-	28%	18%
I128	-	-	-	11%	5,7%
ICPE - I75 Lot 23	-	3,5%	0,6%	0,4%	9%
<b>TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7</b>	<b>0,0075%</b>	<b>3,5%</b>	<b>0,65%</b>	<b>3,5%</b>	<b>7%</b>
<b>% des autorisations totales du CEA Saclay</b>	<b>4,6%</b>	<b>3,6%</b>	<b>0,91%</b>	<b>0,44%</b>	<b>7,2%</b>

Tableau 7 : Part des rejets atmosphériques des installations du site CEA de Saclay en 2023 par rapport aux valeurs limites autorisées.

### 3.1.3.2 - Analyse détaillée des catégories de rejets radiologiques atmosphériques

La Figure 6 présente l'évolution des différentes catégories de rejet radiologiques atmosphériques des installations du site CEA de Saclay depuis 2018. Les activités des cinq catégories de rejets radiologiques du site CEA de Saclay sont par ailleurs détaillées pour 2023 dans les figures de 6 à 7.

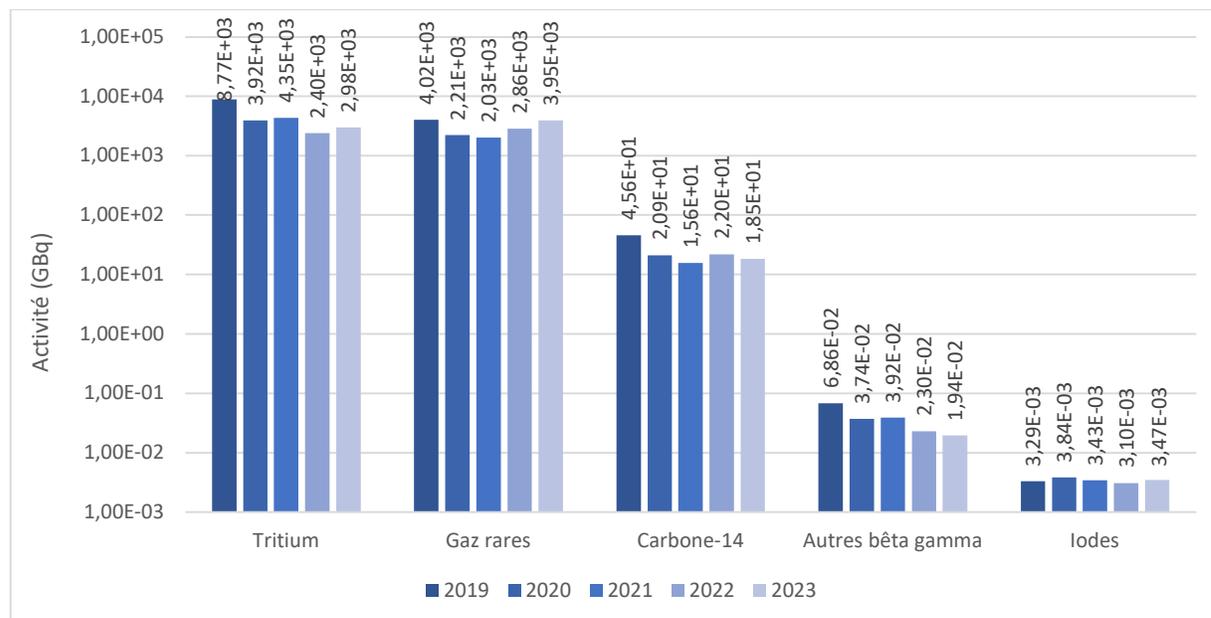


Figure 7 : Evolution des rejets radiologiques atmosphériques des installations du site CEA de Saclay depuis 2019

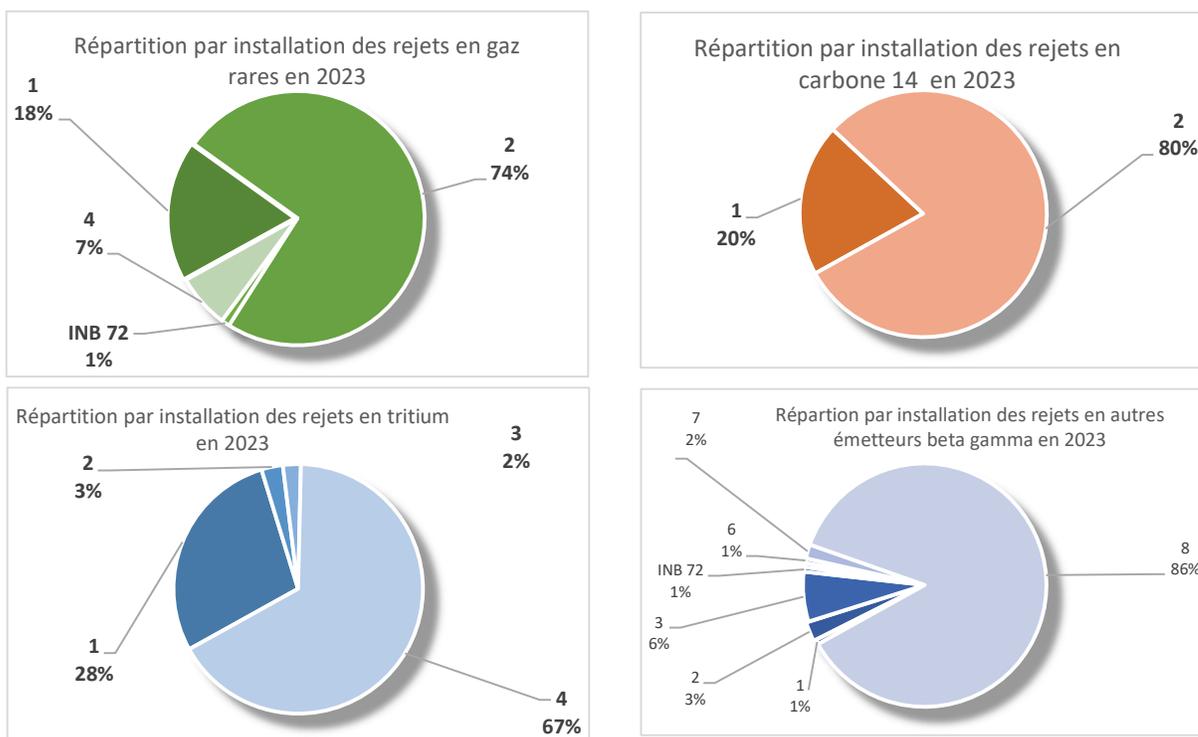


Figure 8 : Répartition par installation en 2023, des activités en gaz rares, tritium, Carbone 14 et autres émetteurs bêta-gamma

- Rejets en gaz rares

En 2023, le site de Saclay comptabilise une activité de 3,95 TBq de gaz rares dans ses rejets atmosphériques.

Le principal gaz rare radioactif détecté est le Krypton-85 (cf. figure 8) (85Kr, 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 2023 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 volumique en radon augmente lorsqu'il y a des inversions de température, c'est-à-dire une température plus élevée en altitude qu'au niveau du sol, induisant une augmentation du signal mesuré par la balise. Le nombre d'inversions de température peut fluctuer d'un mois à l'autre et d'une année sur l'autre induisant une fluctuation des rejets en gaz rares de l'installation.

Comme présenté en figure 8, de l'Argon-41 (41Ar, période de 1,8 heure) et du Xénon-133 (133Xe, 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 CEA de Saclay proviennent essentiellement de l'émission de Radon-222 ( $^{222}\text{Rn}$ , période 3,8 jours) émis principalement par l'INB 72 du fait de son entreposage de Radium-226 ( $^{226}\text{Ra}$ , période 1600 ans), avec 43 GBq émis à l'atmosphère.

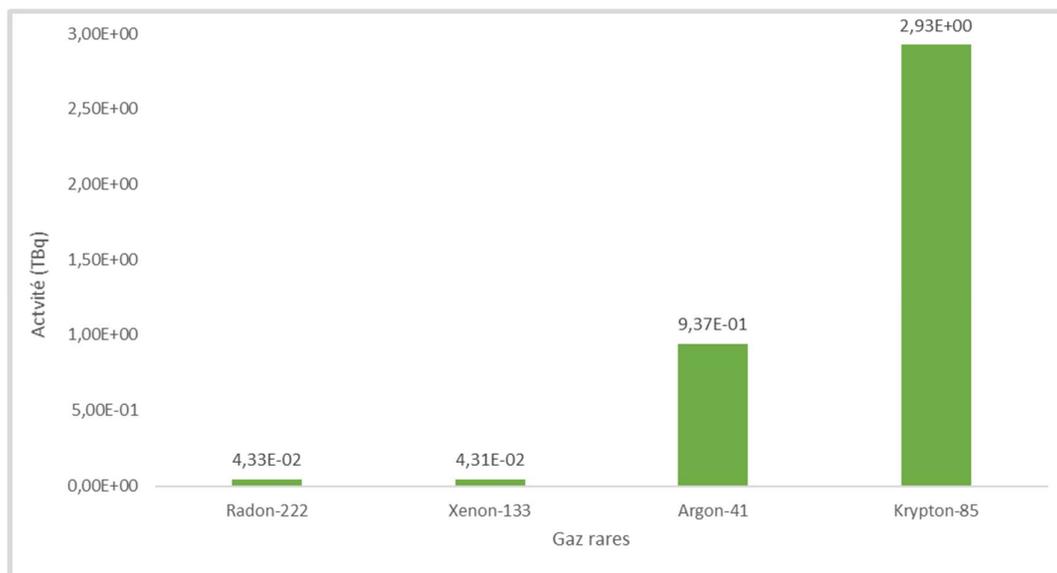


Figure 9 : Répartition des activités en gaz rare (TBq) dans les rejets atmosphériques des INB du site CEA de Saclay en 2023.

- Rejets en tritium et en carbone-14

Le CEA comptabilise 3 TBq de tritium et 19 GBq de carbone 14 émis en 2023. Les rejets en tritium ( $^3\text{H}$ , période de 12,3 ans) et en carbone-14 ( $^{14}\text{C}$ , 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.

Ces rejets ont néanmoins fortement décliné depuis 2019, puisque la Figure 6 : montre une diminution de 66 % des rejets en tritium et de 60 % en carbone-14. Ces baisses sont essentiellement liées à des activités moindres de marquage en ces radioéléments par le SCBM comme le présente la répartition par installation des rejets tritiés et en carbone-14 du site de Saclay.

Il est à noter que depuis 2018, les données des stations de surveillance de l'environnement montrent uniquement des valeurs en SD pour le tritium, ce qui n'était pas le cas avant 2018. Le tritium émis par le CEA de Saclay n'est donc plus détecté dans l'environnement du fait de la baisse des niveaux d'activité rejetée et de la dispersion.

- Activités en iodes

En 2023, le site de Saclay comptabilise 3,47 MBq d'iode dans ses rejets atmosphériques. Cette activité en iode est principalement liée à un cumul de résultats en iode 131 ( $^{131}\text{I}$ , 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 ( $^{125}\text{I}$ , 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 2023, le site de Saclay comptabilise 19,4 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 ( $^{60}\text{Co}$ , période 5,27 ans), l'Antimoine-125 ( $^{125}\text{Sb}$ , période 2,73 ans), le Césium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ , période 30,2 ans), le Mercure 203 ( $^{203}\text{Hg}$ , 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'aérosol.

En conclusion, les activités rejetées par le site CEA de Saclay sont globalement en baisse depuis 5 ans, sauf les activités en iodes qui restent stables compte tenu de leur origine et les rejets en gaz rares qui sont stables du fait de l'influence de la radioactivité naturelle sur la mesure. Elles respectent les activités limites réglementaires autorisées annuellement ou mensuellement.

### 3.1.4 - SURVEILLANCE PHYSICO-CHIMIQUE DES REJETS ATMOSPHERIQUE

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 centre, 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  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_3$  et en COV.

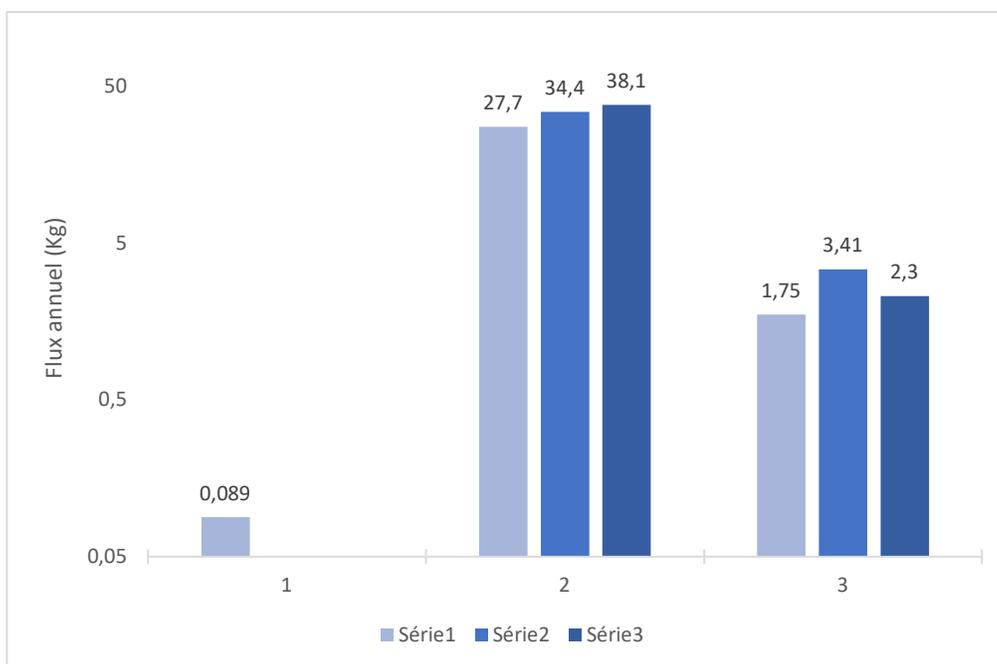


Figure 10 : Evolution depuis 2021 des rejets du site CEA de Saclay en composés chimiques réglementés.

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 en 2023. Par conséquent, cette INB n'a pas eu de rejet en ammoniac au cours de cette année

Pour l'INB 77, en 2023, la masse d'ozone ( $\text{O}_3$ ) a été évalué à 38,1 kg, soit 12,7 % de l'autorisation (300 kg par an). Les concentrations calculées de façon majorante pour les trois irradiateurs sont les suivantes :

- Poséidon : 1,13  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;
- Pagure : 0,06  $\text{mg}/\text{m}^3$  ;
- Vulcain : 1,69  $\text{mg}/\text{m}^3$

Ces valeurs de concentrations respectent la concentration limite de 24  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

D'autre part, la cellule 6, ICPE de l'INB 49, est aussi réglementée en matière de rejets de composés organiques volatils (COV) La quantité maximale rejetée dans l'atmosphère en 2023, calculée sur la base des quantités consommées auxquelles ont été retranchées les quantités de déchets liquides produites, sans tenir compte des quantités susceptibles d'être retenues sur les systèmes de filtration avant rejet par la cheminée, est de 2,3 kg, valeur à comparer à la limite annuelle de rejets de 16 kg. Les principaux produits concernés en 2023 sont l'Ultima-gold LLT, le Carbosorbe, l'éthanol, l'acétonitrile et le kérosène.

Les concentrations moyennes majorantes en sortie de cheminée après filtration sont de 0,16 mg/m<sup>3</sup>, valeur à comparer à la limite réglementaire de 4 mg/m<sup>3</sup>.

En 2023 les rejets chimiques atmosphériques des INB du site de Saclay sont extrêmement faibles, et respectent par conséquent les quantités et concentrations limites réglementaires autorisées annuellement.

### 3.1.5 - CONTROLE DES LEGIONNELLES DANS LES TOURS AEROREFRIGERANTES

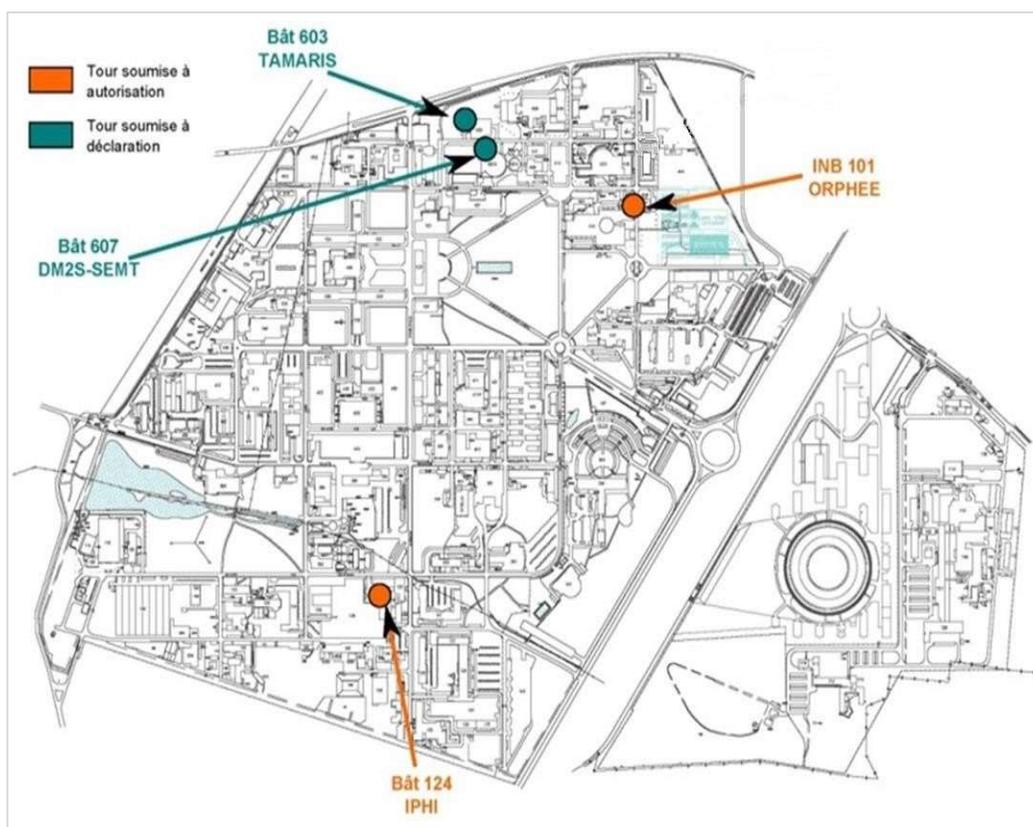


Figure 11 : Implantation des tours aéroréfrigérantes sur le site de Saclay.

Le site CEA 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.

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 2023, pour les quatre installations du site, la mesure du taux en légionnelles est systématiquement inférieure à 100 UFC/L (limite de détection du laboratoire réalisant la mesure).

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 2023 sont respectivement de 804 kg et 599 kg avec comme consommateur majoritaire l'ICPE du bât. 124 du fait des missions du département des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme.

### 3.1.1 – ÉMISSIONS DES CHAUFFERIES DU SITE

La chaufferie principale du centre 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<sup>er</sup> novembre 2018, une chaudière à cogénération (COGESTAR) appartenant à la société Dalkia 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 centre le nécessitent.

La chaufferie du centre a fonctionné du 1<sup>er</sup> janvier au 3 mai 2023 puis du 26 octobre au 31 décembre 2023. 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 centre. Il présente également la masse de poussière émise sur l'année 2023. 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 2019.

Concernant les émissions de CO<sub>2</sub> 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 12528 tonnes, avec un minimum de 10305 tonnes en 2006 et un maximum en 2019 de 13894 tonnes (Figure 11).

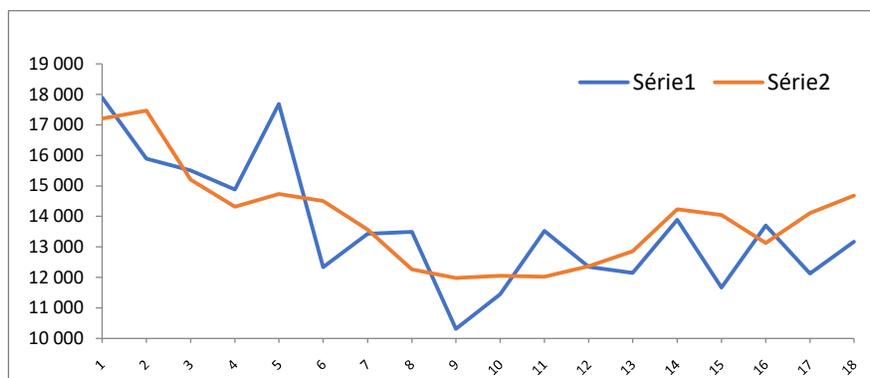


Figure 11 : Évolution des émissions (en Tonnes) de dioxyde de carbone de 2006 à 2023.

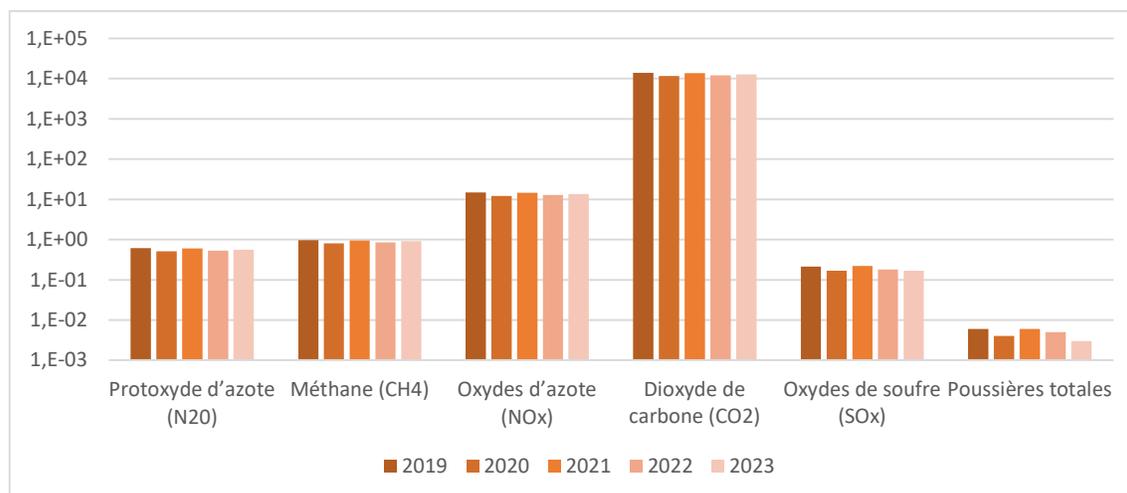


Figure 12 : Quantité (en Tonne) de GES émise depuis 2019 par le site CEA de Saclay pour le chauffage des bâtiments.

## 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 CEA 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 18	2,00E+02	-	1,00E+02	-	-	5,00E+00
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
<b>TOTAL INB</b>	<b>4,43E+04</b>	<b>8,40E+00</b>	<b>2,41E+05</b>	<b>6,32E+02</b>	<b>1,00E+02</b>	<b>5,36E+02</b>
<b>TOTAL ICPE</b>	-	<b>1,65E+00</b>	<b>5,09E+03</b>	<b>1,16E+02</b>	-	<b>2,52E+00</b>
<b>Total site CEA Saclay</b>	<b>4,43E+04</b>	<b>1,01E+01</b>	<b>2,46E+05</b>	<b>7,47E+02</b>	<b>1,00E+02</b>	<b>5,39E+02</b>
<b>Sortie de site CEA Saclay (Point R7)</b>	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 fixe 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 12).

Tableau 9 : Activités (en MBq) et volumes (m³) des rejets liquide des installations du site CEA de Saclay en 2023 comparés aux valeurs limite autorisées.

	Volumes rejetés	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35	1,76E+01	1,78E-04	2,87E-01	4,32E-02	1,56E-02	6,41E-02
INB 40	0,00E+00	-	0,00E+00	-	0,00E+00	-
INB 49	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00
INB 50	1,17E+01	1,49E-04	4,29E-01	3,39E-02	-	2,11E-02
INB 72	1,70E+01	7,26E-03	5,21E-01	4,25E-02	-	3,11E-02
INB 77	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	-	0,00E+00
INB 101	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<b>TOTAL INB</b>	<b>4,63E+01</b>	<b>7,59E-03</b>	<b>1,24E+00</b>	<b>1,20E-01</b>	<b>1,56E-02</b>	<b>1,16E-01</b>
<b>TOTAL ICPE</b>	<b>1,37E+02</b>	<b>5,38E-04</b>	<b>7,32E+01</b>	<b>1,29E+00</b>	-	<b>2,19E-01</b>
<b>Total site CEA Saclay</b>	<b>1,83E+02</b>	<b>8,12E-03</b>	<b>7,44E+01</b>	<b>1,41E+00</b>	<b>1,56E-02</b>	<b>3,35E-01</b>
<b>% des autorisations du site CEA Saclay</b>	<b>0,10%</b>	<b>0,08%</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,19%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,06%</b>

En 2023, 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 195 645 m<sup>3</sup> d'eau recyclée/R3 pour refroidir les locaux qui ont été transférés directement dans l'ovoïde nord/R8 (à comparer au 550 000 m<sup>3</sup> autorisé).

Les rejets radiologiques liquides des installations du site de Saclay de 2023, 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 2019. 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 m<sup>3</sup>, Activité en MBq) du site de Saclay en 2023 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 2023	9,97E+05	4,46E+01	5,01E+03	6,04E+01	1,08E+01
% par rapport aux autorisations du centre	50%	22%	2,0%	3,0%	2,2%

Les tableaux 9 et 10 montrent que les rejets liquides du site de Saclay par installation et en sortie de site (R7) 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 2023.

La baisse sensible du volume d'eau rejeté dans le milieu récepteur en sortie de centre (R7), constatée en 2023 par rapport aux années précédentes (21 %), reste d'actualité en 2023 puisque le volume qui a transité par l'Aqueduc de mineur (R7) ne montre qu'une légère hausse (6%) par rapport à 2022.

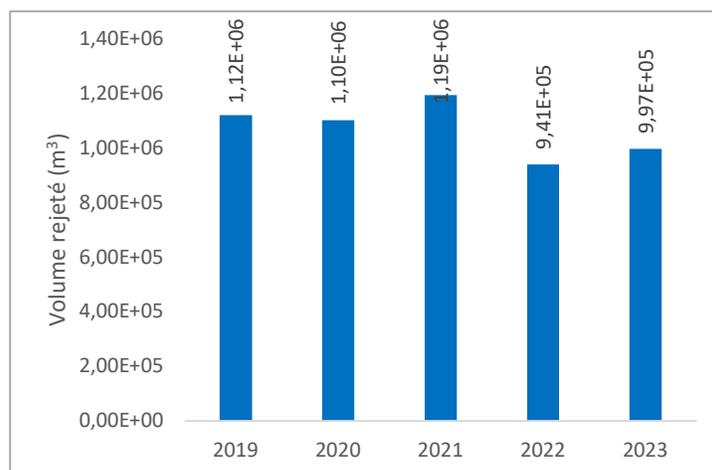


Figure 12 : Evolution depuis 2019, des rejets à l'environnement en sortie du site de Saclay (Point R7).

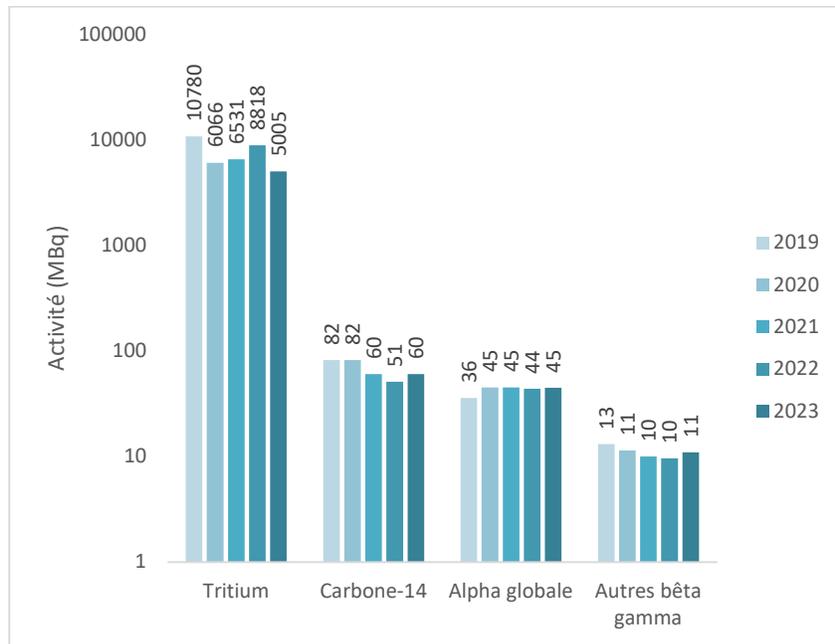


Figure 13 : Evolution des différentes catégories de rejets radiologiques liquides en sortie du site CEA de Saclay (Point R7) depuis 2019.

#### 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 5005 MBq ; celle du Carbone-14 étant de 60 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.

La baisse d'activité de 54 % en Tritium et de 27 % en Carbone-14 dans les rejets liquides du site depuis 2019, observée sur la figure 13, a pour origine comme dans le cas des rejets atmosphériques, une diminution de moitié des campagnes de marquage à partir de 2018 par l'ICPE qui réalise ces marquages isotopiques.

#### 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 2023, le site de Saclay comptabilise 11 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 et en moindre mesure le Strontium-90 ( $^{90}\text{Sr}$ , Période 29,14 ans), 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.

En 2023, aucun rejet réel en autres émetteurs bêta-gamma n'a été effectué par les installations CEA du site de Saclay en milieu liquide.

### 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.

En 2023, l'activité alpha rejetée par le site est principalement liée à l'INB 72

L'activité alpha rejetée au milieu récepteur de 45 MBq en 2023 (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 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.

#### 3.2.2 - REJETS LIQUIDES CHIMIQUES

L'arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 modifié et complété fixe 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 2023 pour ces paramètres sont présentés dans le tableau 12 au regard des valeurs limites réglementaires.

Pour les rejets de substances chimiques, en 2023, les eaux du collecteur général R7 (Aqueduc des mineurs) satisfont globalement aux prescriptions réglementaire (cf. tableau 11) à l'exception de quelques dépassements.

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

- du pH avec en 2023, 12 % de résultats de mesures basiques journalières supérieurs à la valeur limite haute réglementaire, en lien avec un phénomène d'eutrophisation dans l'étang de Villiers ;
- des MES (Matières en suspension) avec en 2023, 28 % de résultats de mesures hebdomadaires supérieurs à la limite de concentration autorisée, mais aussi en terme de flux avec 6 dépassements dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée en sortie de centre, en raison d'événements pluvieux avec d'importants volumes d'eau véhiculés par l'Aqueduc des mineurs ; à noter la réalisation d'un lessivage des réseaux avec débordement de l'étang de Villiers, pouvant avoir eu un impact sur les dépassements de ce paramètre physico-chimique en mars et avril 2023 ;
- de l'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) avec en 2023, 83 % de résultats de mesures mensuels supérieurs à la limite de concentration autorisée, mais également en terme de flux avec 9 dépassements dans l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée en sortie de centre, principalement du fait d'un désordre dans les réseaux pour lequel des travaux de rénovation se poursuivent ;

D'autres dépassements sont ponctuels, c'est le cas en 2023 :

- des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) avec en 2023, 25 % de résultats de mesure supérieurs à la limite de concentration autorisée, mais aussi en termes de flux avec 2 dépassements dans

- l'année et un dépassement de la quantité annuelle autorisée.
- d'une trace métallique, le manganèse (Mn) dont le flux mensuel a été dépassé 1 fois cette année

A noter, une absence de mesure de DCO (Demande chimique en oxygène) le 03/10/2023.

Tableau 11 : Concentrations et flux mesurés en sortie de site (point R7) comparés 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)	
Température*	°C	30	24,4	15							
pH*		5,5 à 8,5	9,1↑	7,8							
M.E.S.**	mg/l	30	56	22	M.E.S.**	en kg	1 800	6066	6	10 600	21518
DBO5	mg/l	20	13	10	DBO5**	en kg	2 000	< 1060	0	10 000	< 5700
DCO**	mg/l	100	46	23	DCO	en kg	5 350	3584	0	32 000	20 480
Cyanures	mg/l	0,05	< 0,01	< 0,01	Cyanures	en kg	4	< 1,04	0	25	< 5
Bromures	mg/l	10	1,5	0,44							
Chlorures	mg/l	250	130	68							
Fluorures	mg/l	1,5	0,24	0,19							
Sulfates	mg/l	250	160	65							
Ammonium	mg/l	0,5	3,3	0,98	Ammonium	en kg	24	372	9	140	1105
Nitrates*	mg/l	75	42,2	11,5	Nitrates*	en kg	14 000	4340	0	84 000	13440
Nitrites	mg/l	0,5	0,98	0,48	Nitrites	en kg	57	63	2	340	442
Azote total	mg/l	30	5,8	4,4	Azote total	en kg	6 000	4680	0	36 000	4680
Phosphore total	mg/l	2	0,64	0,37	Phosphore total	en kg	100	48	0	600	354
Aluminium	mg/l	0,4	0,3	0,095	Aluminium	en kg	140	43	0	800	128
Arsenic	mg/l	0,005	0,00099	0,00068	Arsenic	en kg	0,4	0,2	0	2	0,7
Béryllium	mg/l	0,002	< 0,0001	< 0,0001	Béryllium	en kg	0,2	< 0,01	0	1	< 0,05
Bore	mg/l	0,12	0,044	0,032	Bore	en kg	16	5,3	0	80	30
Cadmium	mg/l	0,005	< 0,0001	< 0,0001	Cadmium	en kg	0,6	< 0,01	0	3,5	< 0,05
Chrome	mg/l	0,005	< 0,001	< 0,001	Chrome	en kg	0,4	< 0,1	0	2	< 0,5
Cuivre	mg/l	0,1	0,0096	0,0063	Cuivre	en kg	5	1,9	0	30	6,6
Étain	mg/l	0,02	< 0,001	< 0,001	Étain	en kg	4	< 0,1	0	20	< 0,5
Fer	mg/l	1	0,21	0,058	Fer	en kg	50	38	0	300	87
Manganèse	mg/l	0,2	0,082	0,021	Manganèse	en kg	5	8,1	1	30	21
Mercure	mg/l	0,005	< 0,00005	< 0,00005	Mercure	en kg	0,2	< 0,005	0	1	0,03
Nickel	mg/l	0,02	0,0017	0,0001	Nickel	en kg	2,5	0,3	0	15	1,2
Plomb	mg/l	0,02	0,0013	0,00066	Plomb	en kg	2,5	0,2	0	15	0,7
Zinc	mg/l	2	0,057	0,02	Zinc	en kg	140	4,6	0	800	18
AOX	mg/l	0,7	0,096	0,043							
Phénols	mg/l	0,5	< 0,01	< 0,01							
Hydrocarbures	mg/l	0,5	< 0,1	< 0,1							

\* 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. 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

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 Sécurité 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.

Image 15 : Le plan d'eau de Villiers, et en fond la station météo du site de Saclay. Crédits : E. Autin CEA

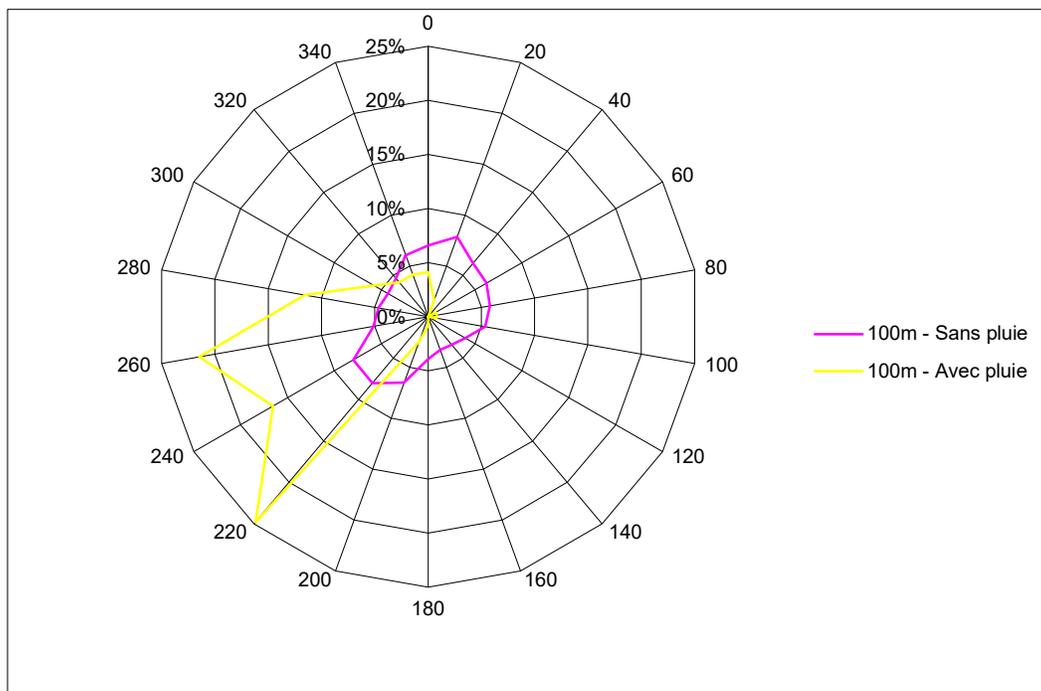


Figure 16 : Rose des vents 2023 toutes vitesses confondues en fonction du type de temps (avec ou sans pluie)

## 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 centre, 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.

Pour les gaz rares, les fluctuations observables sont identiques d'une station à l'autre et reflètent les variations du taux d'émanation radon fortement liées aux conditions météorologiques.

Le tritium ( $^3\text{H}$  ou T) atmosphérique est recherché au niveau de quatre stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny. 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 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 2023, 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  $0,2 \text{ Bq/m}^3$ . 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 2023, les mesures du  $^{14}\text{C}$  sous forme  $\text{CO}_2$  sont comprises entre  $0,007$  et  $0,059 \text{ Bq/m}^3$ .

Les iodes, dont le principal isotope radioactif est l'iode 131, sont surveillées 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



Figure 12 : localisations des stations de surveillance atmosphériques.

piégeant les iodes. Ces cartouches, changées périodiquement, sont ensuite mesurées en différé par spectrométrie gamma. En 2023, tous les résultats de mesures d'iode sont restés inférieurs aux seuils de décision, compris entre 0,2 et 0,7 mBq/m<sup>3</sup> (millièmes de Bq/m<sup>3</sup>).

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 Nm<sup>3</sup>/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'empoussièremement de l'air.

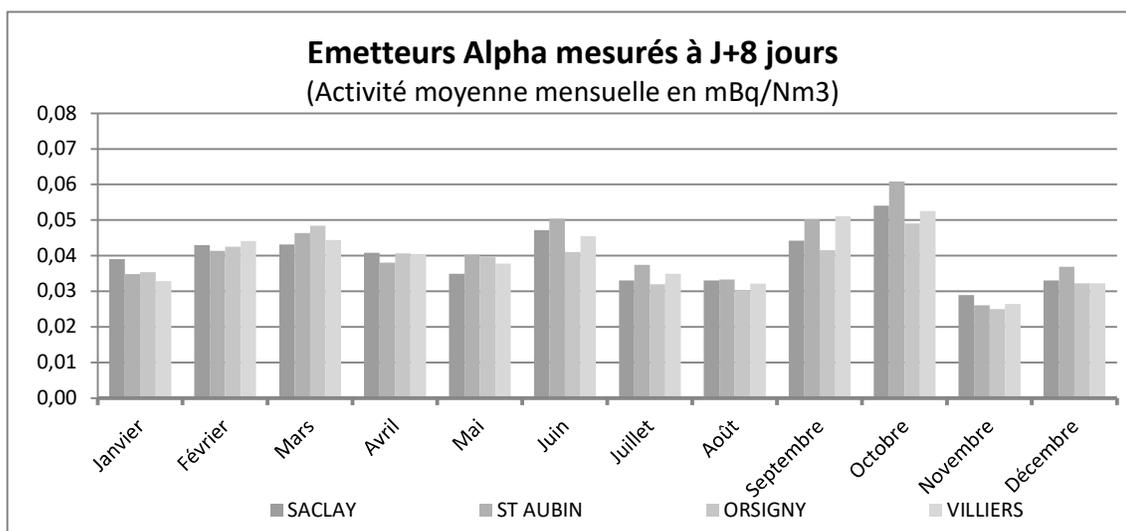


Figure 20 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle alpha mesurée au niveau des 4 stations

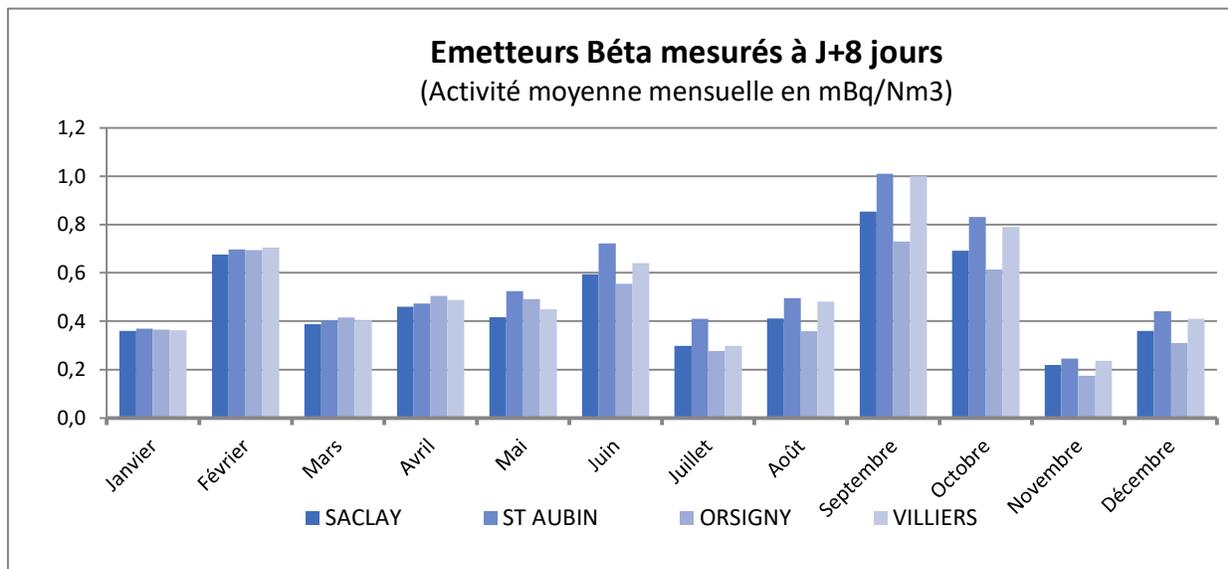


Figure 21 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle bêta mesurée au niveau des 4 stations

#### 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 2023, le cumul annuel des eaux de pluie s'est élevé à 807 mm (+ 40% par rapport à 2022). Les activités tritium des précipitations à Saclay et Saint-Aubin sont inférieures à 5 Bq/L avec une moyenne à 3,1 Bq/L.

Le pluviomètre situé à l'est sur le centre à proximité de l'émissaire E24 (environ 100 m), enregistre les activités en tritium les plus élevées avec une moyenne de 6,1 Bq/L (max : 34 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.

	<b>SACLAY</b>	<b>SAINT-AUBIN</b>	<b>CENTRE CEA</b>
<b>Activité volumique moyenne (en Bq/L)</b>	3,1	3,1	6,1
<b>Activité volumique maximale (en Bq/L)</b>	3,6	3,9	34

Tableau 12 : Moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2023

#### 4.4 – LES SOLS DU PLATEAU

Des analyses de terre sont réalisées entre avril et décembre sur chacune des stations. Les échantillons 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 : 330 à 400 Bq/kg sec pour le potassium 40, 28 à 43 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 2023) ; 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.

Stations	Dates de prélèvement	Potassium 40	Uranium 238 (Th-234)	Radium 226	Plomb 210	Actinium 228	Césium 137
Saclay	15-juin	330 ± 18 %	30 ± 28 %	28 ± 33 %	43 ± 23 %	30 ± 22 %	0,89 ± 42 %
Saint-Aubin	17-juil.	400 ± 27 %	33 ± 27 %	34 ± 33 %	37 ± 25 %	33 ± 21 %	1 ± 42 %
Villiers-le-Bâcle	non réalisé en 2023 car non réglementaire						
Orsigny							

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

#### 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 211 Bq/kg frais (fluctuations entre 150 et 250 Bq/kg frais).

Du tritium peut être détecté (15 % des mesures) avec des concentrations comprises entre < 1,8 et 5,0 Bq/kg frais, dépendant des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie.

Une seule valeur significative à 5 Bq/kg frais a été détecté sur l'herbe de la station de Saclay en mars 2023. Les mesures de tritium lié (TOL : tritium organiquement lié) sont toujours inférieures au seuil de décision (~10 Bq/kg frais). Les mesures du carbone 14 lié (240 à 320 Bq/kg C) sont légèrement supérieures au niveau du <sup>14</sup>C naturel (220-230 Bq/kg C).

	<b>SACLAY</b>	<b>SAINT-AUBIN</b>	<b>VILLERS LE BÂCLE</b>	<b>ORSIGNY</b>
<b>Potassium 40 (en Bq/kg frais)</b>	140 à 270	130 à 290	130 à 250	130 à 280
<b>Tritium libre (en Bq/kg frais)</b>	< 1,8 à 5,0	< 2,0 à 2,8	< 1,8 à 3,0	< 1,8 à 2,9

*Tableau 14 : Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du site CEA de Saclay en 2023 (en Bq/kg frais)*

#### 4.6 – 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 (fermes de Trubuil et de Viltain) généralement 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 42 et 140 Bq/kg frais selon la nature des fruits ou des légumes.

Aucune trace de césium 137 n'est détectée. Le seul radionucléide artificiel présentant parfois une activité mesurable est le tritium dont les valeurs sont comprises entre < 2,3 et 10 Bq/kg frais, du même ordre de grandeur que dans les herbes. Les mesures annuelles du tritium lié (TOL) et du carbone 14 lié, faites en juin sur des fraises, sont inférieures au seuil de décision pour le TOL (< 3,2 Bq/kg frais) et pour le <sup>14</sup>C lié légèrement supérieur (240 Bq/kg C) au niveau du <sup>14</sup>C naturel (220-230 Bq/kg C).

FRUITS & LEGUMES en Bq/kg frais						
MOIS	Lieu	Type	Potassium 40		Tritium libre	Césium 137
<b>Avril</b>	Viltain	Poireaux	110	% 26 %	< 3,1	< 0,063
<b>Mai</b>	Viltain	Rhubarbe	100	% 27 %	< 4,2	< 0,037
<b>Juin</b>	Viltain	Fraises	42	% 27 %	7,7 ± 53 %	< 0,045
<b>Juillet</b>	Viltain	Courgettes	59	% 18 %	10 ± 44 %	< 0,022
<b>Août</b>	Viltain	Tomates	84	% 27 %	3,6 ± 90 %	< 0,038
<b>Septembre</b>	Viltain	Carottes	120	% 27 %	< 2,3	< 0,062
<b>Octobre</b>	Viltain	Choux	130	% 27 %	4,6 ± 82 %	< 0,049
<b>Novembre</b>	Viltain	Potiron	140	% 27 %	< 2,8	< 0,1

Tableau 15 : Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2023 (en Bq/kg frais)

#### 4.7 - LE LAIT



Image 16 : Les vaches de la ferme de Viltain. © 2022 La Ferme de Viltain

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 50 et 58 Bq/L. Seules quelques traces de tritium

libre (4 à 11 Bq/L) sont parfois mesurées sur le lait de la ferme de Viltain en lien avec l'eau potable fournie aux vaches laitières ainsi que du  $^{14}\text{C}$  lié 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 centre le long de la clôture du site principal et un à l'entrée du site annexe de l'Orme des Merisiers. Ces dosimètres intègrent la dose sur une période mensuelle. Le point n° 6 n'est plus instrumenté car situé sur la clôture de la société Curium/Cis Bio.

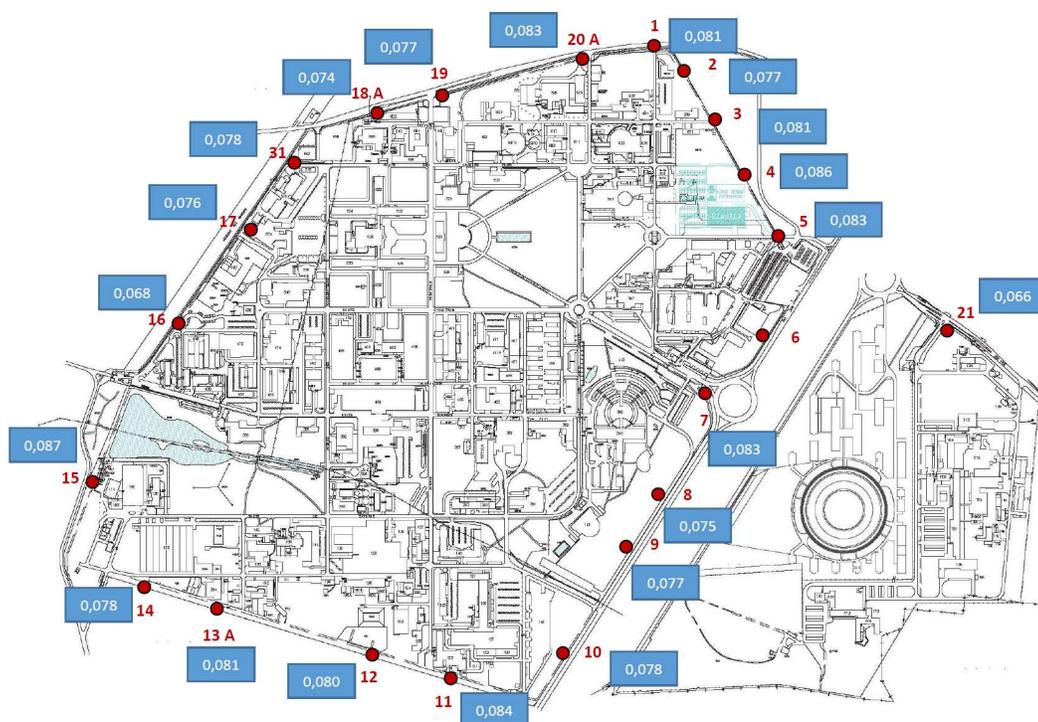


Figure 22 : Débit d'équivalent de dose moyen en 2023 exprimé en  $\mu\text{Sv/h}$  en périphérie du site CEA de Saclay

Les débits d'équivalent de dose mesurés pour 2023 (entre 0,069 et 0,086  $\mu\text{Sv/h}$ ) 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 centre 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
<b>Débit d'équivalent de dose annuel moyen en <math>\mu\text{Sv/h}</math></b>	0,099	0,101	0,094	0,094

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

Les différences de valeurs entre les mesures par RPL au niveau des clôtures du centre et par sonde gamma à l'extérieur des 4 stations résultent en grande partie d'un positionnement différent de ces capteurs, les sondes gamma étant influencées par les matériaux de leur environnement (fixées en hauteur à proximité des murs des 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.

#### 4.9 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

Au-delà des contrôles des réseaux à l'intérieur du centre, 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 débouché 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 Vauhallaan.



Image 17 : Le plan d'eau de Villiers. © E. Autin / CEA

##### 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 3 mai 2023, récapitulées ci-après, ne révèlent pas d'anomalie particulière.

Mesures physico-chimiques du plan d'eau de Villiers (en mg/L du 03/05/2023)											
MES	DCO	DBO5	Azote Kjeldahl (NTK)	Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Ions ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Phosphore total (P total)	Oxygène dissous (O <sub>2</sub> dissous)	pH	Turbidité (NTU)	Température (T°C)
59	36	12	2,2	0,19	<0,05	<5,0	0,65	12	9,2	68	16

Tableau 17 : Mesures physico-chimiques effectuées en 2023 dans le plan d'eau de Villiers

#### 4.9.2 - LES EAUX DE L'AQUEDUC DES MINEURS ET DES ETANGS 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 0,079 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 6 Bq/L pour le point de déversement de l'aqueduc des mineurs, 4,4 Bq/L pour l'étang Vieux et 3,5 Bq/L pour l'étang Neuf.

#### Tritium hebdomadaire (en Bq/L)

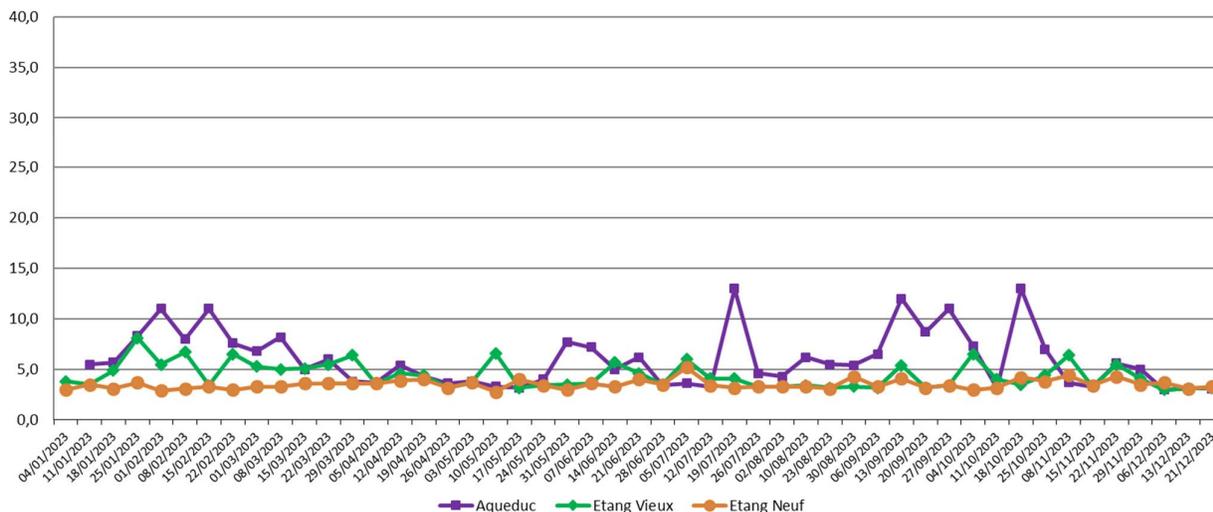


Figure 24 : Mesures du tritium hebdomadaire au niveau de l'aqueduc des mineurs et des étangs de Saclay

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 0,0027 Bq/L). Dans l'étang Neuf, l'activité est en moyenne inférieure à 0,0007 Bq/L. Le strontium 90 présente des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,001 à 0,004 Bq/L pour les deux étangs.

Activité volumique moyenne en Bq/m <sup>3</sup>	Etang Vieux	Etang Neuf
<b>Strontium 90</b>	2,8	2,2
<b>Césium 137</b>	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 fer et 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.

Paramètres		Point de déversement de l'aqueduc des mineurs dans l'étang Vieux			Etang Vieux			Etang Neuf		
		MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX
pH	-	7,9	7,5	8,7	8,2	7,9	8,9	8,2	7,6	9,6
Potassium	mg/l	6,2	3,9	8,6	6,6	4,6	8,4	7,3	6,3	8,1
Hydrocarbures	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cyanures	µg/l	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Indice phénols	µg/l	10,0	10,0	10,0	14,2	10,0	60,0	10,0	10,0	10,0
Aluminium	µg/l	92,5	11,0	360,0	62,8	14,0	290,0	12,2	10,0	28,0
Arsenic	µg/l	0,6	0,3	1,0	0,9	0,7	1,6	1,0	1,0	1,0
Bore	µg/l	31,8	25,8	37,7	33,4	33,4	33,4	32,6	31,3	33,9
Béryllium	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cuivre	µg/l	2,3	1,0	3,4	1,8	1,0	3,9	1,2	1,0	2,0
Chrome	µg/l	1,3	1,0	5,1	1,3	1,0	5,0	1,3	1,0	5,0
Fer	µg/l	56,2	5,0	280,0	130,3	5,3	270,0	18,9	9,0	27,6
Mercure	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Manganèse	µg/l	20,7	7,5	63,0	14,0	8,8	19,1	34,9	17,6	52,2
Nickel	µg/l	1,3	1,1	3,1	1,4	1,1	3,1	1,3	1,3	1,3
Plomb	µg/l	0,7	0,5	1,3	0,6	0,5	1,2	0,5	0,5	0,5
Etain	µg/l	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Uranium	µg/l	0,4	0,1	0,8	0,6	0,5	0,7	0,5	0,2	0,6
Zinc	µg/l	10,3	5,1	21,8	5,0	5,0	5,0	8,4	7,2	9,1
AOX	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TBP	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fluoranthène	µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

#### 4.9.3 - LES SEDIMENTS DES ETANGS 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 2023 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, celle-ci pouvant dépendre du mode opératoire de prélèvement des sédiments (emplacement du prélèvement et épaisseur de la couche prélevée). Les radionucléides mesurés sont caractéristiques des rejets du Centre.

Radionucléides (Bq/kg sec)	Point de déversement de l'aqueduc des Mineurs (S1)		étang Vieux	étang Neuf
	07-juin	13-déc		
<b>Tritium lié</b>	360 ± 25 %	< 53		
<b>Carbone 14 lié</b>	670 ± 13 %	< 70	<b>Pas de prélèvement en 2023, prochaine campagne prévue en 2025</b>	
<b>Cobalt 60</b>	1 ± 40 %	< 0,39		
<b>Strontium 90</b>	< 3,9	< 7,2		
<b>Césium 137</b>	150 ± 20 %	17 ± 21 %		
<b>Plutonium 238</b>	6,5 ± 64 %	< 3,2		
<b>Plutonium 239+240</b>	12 ± 58 %	< 6,5		
<b>Américium 241</b>	3,7 ± 27 %	< 0,6		

Tableau 20 : Radioactivité artificielle des sédiments des étangs

#### 4.9.4 - LES POISSONS DES ETANGS

En 2023, deux carpes ont pu être prélevées respectivement dans l'étang vieux et dans l'étang neuf. De faibles traces de césium 137 sont détectés ainsi que du carbone 14 à un niveau (4 400 à 5 000 Bq/kg C) 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.

Activité en Bq/kg frais	Carpe Etang Neuf de Saclay				Carpe Etang Vieux de Saclay				
	02-juin				14-avr				
<b>Potassium 40</b>	110	±	27	%	120	±	27	%	
<b>Tritium</b>	<	2,4			<	3,3			
<b>Cobalt 60</b>	<	0,16			<	0,15			
<b>Strontium 90</b>	<	0,03			<	0,042			
<b>Césium 137</b>		0,19	±	73	%	0,23	±	57	%
<b>Tritium lié</b>	<	12			<	9,6			
<b>Carbone 14 lié</b>		480	±	15	%	539	±	10	%

Tableau 21 : Activité spécifiques des poissons

#### 4.9.5 - LA FLORE AQUATIQUE DES ETANGS

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.

Activité en Bq/kg frais	Roseaux Etang Vieux				Roseaux Etang Neuf			
	05-juil				05-juil			
<b>Potassium 40</b>	390	±	17	%	500	±	17	%
<b>Tritium</b>	6	±	33	%	<	5,5	28	%
<b>Cobalt 60</b>	<	0,19			<	0,25		
<b>Strontium 90</b>	0,56	±	24	%	0,63	±	23	%
<b>Césium 137</b>	3,8	±	20	%	<	0,2		
<b>Tritium lié</b>	<	22			<	27		
<b>Carbone 14 lié</b>	93	±	51	%	110	±	60	%

Tableau 22 : Activité dans les roseaux des étangs

#### 4.9.6 - LES EAUX DE SURFACE (RIVIERES, 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.

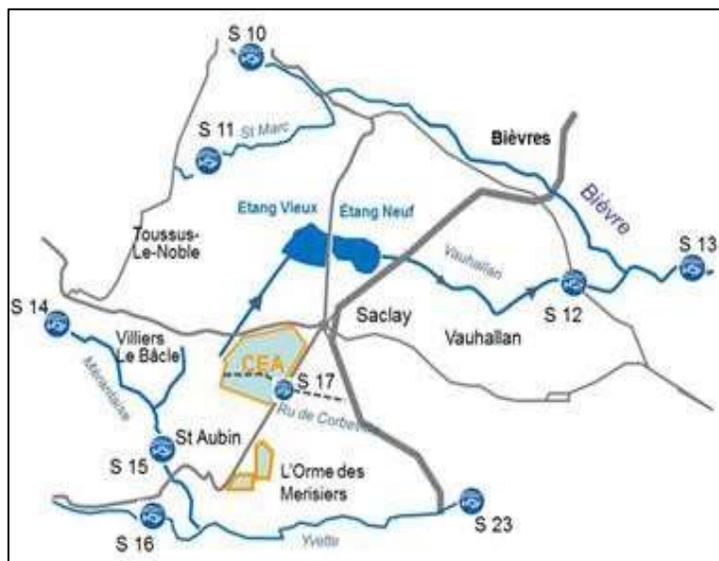


Figure 25 : Points de prélèvement d'eau de surface

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 4,5 Bq/L, sauf au point S12 situé juste en aval de l'Étang Neuf avec des concentrations en moyenne à 4,1 Bq/L dont 2 valeurs proche de 6 Bq/L et en accord avec les teneurs en tritium de l'Étang Neuf.

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 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 1er août 2023, sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ils ne mettent en évidence aucune anomalie particulière.

La radioactivité des sédiments aux trois points S11, S12 et S13 est suivie tous les trois ou cinq ans. Le point S12 a été prélevé le 1er août 2023. Toutes les mesures radiologiques présentent des valeurs inférieures aux seuils de décision.

Les points S11 et S12 seront prélevés en 2025.

Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan (S12 – ponctuel annuel du 01 août 2023)		
Paramètres	Unité	S12
Température	°C	17,89
pH	-	8,12
Turbidité	mg Pt	14,1
Oxygène dissous	mg/l	10,94
MES	mg/l	57 ± 18 %
DCO	mg/l	9,4 ± 28 %
DBO5	mg/l	< 10
Azote Kjeldal (N)	mg/l	< 1
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	0,05 ± 37 %
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	0,06 ± 20 %
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	20 ± 10 %
Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l	< 0,2
Phosphore total	mg/l	0,15 ± 26 %
Cyanures	µg/l	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0,1
Aluminium	µg/l	< 10
Arsenic	µg/l	0,84 ± 13 %
Bore	µg/l	36 ± 22 %
Béryllium	µg/l	< 0,1
Cadmium	µg/l	< 0,1
Cuivre	µg/l	2 ± 16 %
Chrome	µg/l	< 1
Fer	µg/l	27 ± 15 %
Mercure	µg/l	< 0,05
Manganèse	µg/l	42 ± 13 %
Nickel	µg/l	< 1
Plomb	µg/l	< 0,5
Etain	µg/l	< 1
Uranium	µg/l	0,76 ± 14 %
Zinc	µg/l	10 ± 14 %

Tableau 23 : Analyses chimiques des eaux du Ru de Vauhallan prélevées le 1er août 2023

#### 4.10 - LES EAUX SOUTERRAINES

Les 13 piézomètres au droit du centre faisant l'objet d'un suivi mensuel réglementaire sont localisés sur la photographie aérienne en figure 24 (F41 à F54). Deux piézomètres F53 et F54 forés en décembre 2018 ont été exploités à partir de 2019.



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.

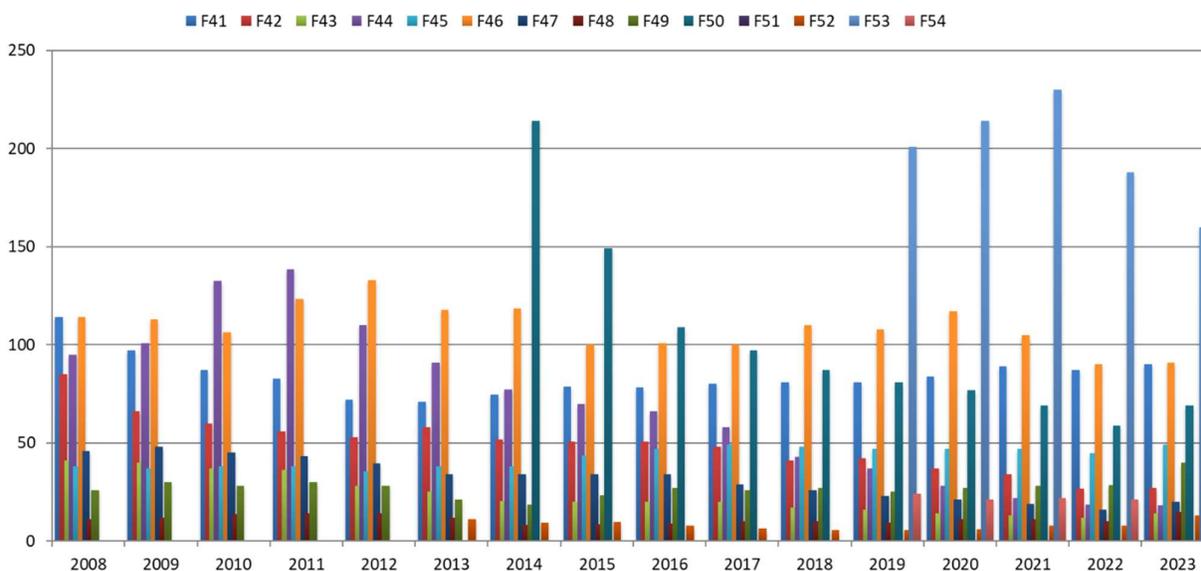


Figure 27 : Évolution de l'activité en tritium des eaux de la nappe au droit du site CEA de Saclay en Bq/L (hors F64)

#### 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 20 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 3 et 26 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 2023 aussi bien au niveau du site CEA Saclay que dans son environnement.

N° Forage	Activité moyenne	Activité maximale
<b>F1</b>	8,5	16,0
<b>F2</b>	<3,9	<3,9
<b>F15</b>	<3,1	<3,4
<b>F19</b>	3,6	4,2
<b>F22</b>	<2,9	<3,0
<b>F24</b>	<3,0	<3,0
<b>F26</b>	5,6	5,6
<b>F27</b>	<3,4	<3,4
<b>F28</b>	<3,9	<3,9
<b>F29</b>	20	21
<b>F30</b>	<3,0	<3,4
<b>F31</b>	5,6	12
<b>F32</b>	<2,8	<2,8
<b>F33</b>	25	26

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

#### 4.10.2 – LE SUIVI DES PARAMETRES 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.

- Les F41, F43 et F52 présentent les teneurs les plus élevées en Sulfates.
- Les F15, F22 et F41 présentent les teneurs les plus élevées en Arsenic.
- Le F31 présente les teneurs les plus élevées en Bore.
- Les F22 et F33 présentent les teneurs les plus élevées en Cuivre.
- Les F41 et F52 présentent les teneurs les plus élevées en Chrome.
- Les F15, F19, F29, F33 et F52 présentent les teneurs les plus élevées en Fer.
- Le F41 est le seul forage à présenter des teneurs élevées en Nickel.
- Les F28 et F41 présentent les teneurs les plus élevées en Zinc.

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.

On note les points singuliers suivants :

- Le F50 présente les teneurs les plus élevées en Trichloroéthylène et cis 1,2-dichloroéthylène ;
- Les F43, F50 et F54 présentent les teneurs les plus élevées Tétrachloroéthylène ;
- Le F29 présente les teneurs les plus élevées en Trichlorométhane ;
- Le F50 présente les teneurs les plus élevées en Tétrachlorométhane ;
- Les F46 et F50 présentent les teneurs les plus élevées en 1,1,1-trichloroéthane et en 1,1-dichloroéthylène.

<b>Analyses chimiques annuelles des eaux souterraines</b>				
<b>Paramètres</b>	<b>unité</b>			
Dates	-	min	moyenne	max
pH	-	7,0	7,4	8,2
Conductivité	µS/cm	663,0	795,2	987,0
Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	24,0	31,4	50,0
Bromures	mg/l			
Chlorures	mg/l			
Sulfates	mg/l			
Hydrocarbures	mg/l	0,1	20,1	100,0
Aluminium	µg/l	10,0	10,0	10,0
Arsenic	µg/l	0,2	0,3	0,4
Bore	µg/l	12,0	22,4	61,0
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1
Cuivre	µg/l	1,0	1,2	1,9
Chrome	µg/l	1,0	1,0	1,0
Fer	µg/l	5,0	5,4	7,1
Mercure	µg/l	0,1	0,1	0,1
Nickel	µg/l	1,0	1,0	1,0
Plomb	µg/l	0,5	0,5	0,5
Zinc	µg/l	5,0	15,6	40,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,5	0,7	1,3
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	-	6,7	7,0	7,8
Conductivité	µS/cm	655,0	779,9	1270,0
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,1	0,0	0,1
Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	5,0	21,9	33,0
Bromures	mg/l	0,1	0,1	0,2
Chlorures	mg/l	19,0	33,0	58,0
Fluorures	mg/l	0,1	0,2	0,3
Sulfates	mg/l	48,0	82,9	170,0
Cyanures	µg/l	10,0	9,7	10,0
Indice phénols	µg/l	10,0	9,7	10,0
Hydrocarbures	µg/l	100,0	97,8	100,0
Aluminium	µg/l	10,0	9,8	10,0
Arsenic	µg/l	0,1	0,3	0,9
Bore	µg/l	9,6	28,9	330,0
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1
Cuivre	µg/l	1,0	1,5	15,0
Chrome	µg/l	1,0	1,2	7,3
Fer	µg/l	5,0	7,2	48,0
Mercure	µg/l	0,1	0,0	0,1
Nickel	µg/l	1,0	3,1	73,0
Plomb	µg/l	0,5	0,5	0,8
Zinc	µg/l	5,0	6,2	19,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,5	8,9	70,2
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	0,5	20,0	117,0
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	1,0	3,8	23,9
Dichlorométhane	µg/l	5,0	4,9	5,0
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	1,0	2,3	11,5
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	0,5	0,7	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	0,5	0,8	4,7
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	0,5	0,5	0,5
1,1-dichloroéthylène	µg/l	1,0	1,2	4,3
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 (Bromoforme)	µg/l	1,0	1,0	1,0

Tableau 25 : Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines

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 g/l, à comparer à la limite de 10 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'arrêt préfectoral du 9 août 2013.



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

## 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 03/10/2023.

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

Tableau 26

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

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

<sup>1</sup> 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).

## 5.2 - METHODOLOGIE DU CONTROLE

### 5.2.1 - MESURE DE DEBIT

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 TEMPERATURE

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).

### 5.3 – RESULTATS DES MESURES

#### 5.3.1 – MESURES SUR SITE EN CONTINU PENDANT 24 HEURES : R3, R4, R7

		R3		R4		R7	
		CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE
Débit	m <sup>3</sup> /h	-	-	14	14	97	98
	m <sup>3</sup> /j	-	-	326	333	2336	2340
pH min-max pH moyen	upH	6,6 - 7,5 (7,0)	6,9 - 7,8 (7,3)	6,7-7,0 (6,9)	6,6-6,9 (6,8)	7,2-7,5 (7,4)	7,1-7,5 (7,3)
T° moyenne	°C	19,8-20,2 (19,9)	19,9-20,3 (20,1)	22,0-22,4 (22,3)	21,8-22,2 (22,1)	20,1-21,2 (20,7)	20,5-21,7 (21,2)

Tableau 28

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% 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 DIFFERE : R3, R4, R5, R7, R8

#### 5.3.2.1 - Résultats des mesures sur R3, R5, R7, R8

		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		5,4 ± 70		1000	7,5 ± 61		9,4 ± 46		500
Carbone 14	Bq/L	< 4,0		< 1,4		16	< 4,0		< 1,4		8
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,050		< 0,031		0,1	< 0,050		< 0,031		0,1
Activité Béta globale	Bq/L	0,080 ± 38		0,19 ± 25		2	0,24 ± 20		0,23 ± 22		1
MES	mg/L	3,8 ± 30		2,2 ± 25		30	4,5 ± 29		3,5 ± 26		30
DBO5	mg/L	< 3,0		< 10		30	4,5 ± 43		< 10		20
DCO	mg/L	11 ± 34		6,7 ± 33		100	16 ± 33		13 ± 24		100
Bromures	mg/L	0,51 ± 17		0,56 ± 16		10	0,50 ± 17		0,56 ± 16		10
Fluorures	mg/L	< 0,10		0,11 ± 27		2	< 0,10		0,13 ± 24		1,5
Chlorures	mg/L						82 ± 10		85 ± 10		250
Sulfates	mg/L						154 ± 12		160 ± 19		250
Nitrites	mg/L						0,55 ± 11		0,53 ± 10		0,5
Ammonium	mg/L						3,2 ± 19		3,3 ± 12		0,5
Nitrates	mg/L						8,2 ± 18		6,5 ± 14		75
N total	mg N/L	2,2 ± 23		< 2,1		30	5,2 ± 23		4,6 ± 12		30
P total	mg P/L	< 0,050		0,11 ± 25		5	0,14 ± 29		0,19 ± 20		2
Cyanures	µg/L	< 10		< 10		100	< 10		< 10		50
Indice phénol	µg/L	< 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	79 ± 30		79 ± 15		400	100 ± 30		89 ± 15		400
Arsenic	µg/L	0,23 ± 20		0,18 ± 14		50	0,28 ± 20		0,23 ± 18		5
Beryllium	µg/L	< 0,010		< 0,10		2	< 0,010		< 0,10		2
Bore	µg/L	28 ± 29		28 ± 21		120	30 ± 30		26 ± 31		120
Cadmium	µg/L	0,080 ± 20		< 0,10		5	0,070 ± 20		< 0,10		5
Chrome	µg/L	< 0,050		< 1,0		20	0,13 ± 28		< 1,0		5
Cuivre	µg/L	3,5 ± 15		3,2 ± 15		100	7,8 ± 15		6,5 ± 17		100
Etain	µg/L	< 0,20		< 1,0		100	< 0,20		< 1,0		20
Fer	µg/L	4,6 ± 36		< 5,0		1000	7,9 ± 35		< 5,0		1000
Manganèse	µg/L	23 ± 30		22 ± 10		200	77 ± 30		72 ± 13		200
Mercuré	µg/L	< 0,010		< 0,050		5	< 0,010		< 0,050		5
Nickel	µg/L	1,3 ± 15		< 1,0		50	1,4 ± 16		< 1,0		20
Plomb	µg/L	0,30 ± 27		< 0,50		50	0,30 ± 27		< 0,50		20
Zinc	µg/L	16 ± 31		11 ± 15		2000	22 ± 32		12 ± 19		2000
Tributylétain	µg/L	1,20E-04 ± 50		< 0,050		< seuil détection					
AOX	µg/L	150 ± 15		80 ± 17		700	140 ± 15		59 ± 19		700

Tableau 29

		R5 amont			R8				
		EUROFINS		CEA	Concentration maximale	EUROFINS- Aquamesure		CEA	Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (%)	Résultat		Incertitude (%)	Résultat	Incertitude (%)	
pH	upH					7,3	7,3	5,5 à 9,5	
MES	mg/L	5,1 ± 29	4,9 ± 21	50	7,0 ± 29	2,4 ± 26	30		
DBO5	mg/L	< 3,0	< 10	30	5,6	< 10	30		
DCO	mg/L	18 ± 32	18 ± 23	100	10 ± 35	8,5	100		
Bromures	mg/L				0,52	0,60	10		
Fluorures	mg/L	< 0,10	0,18 ± 19	1	< 0,10	0,12 ± 26	1		
Chlorures	mg/L	174 ± 9,8	170 ± 18	200					
Sulfates	mg/L	138 ± 12	150 ± 19	500					
N total	mg N/L	4,9 ± 13	4,6 ± 11	30					
Phosphore total	mg P/L	0,44 ± 25	0,58 ± 25	5	0,080 ± 36	0,11 ± 19	5		
Cyanures	µg/L	< 10	< 10	50	< 10	< 10	< seuil de détection		
Indice phénol	µg/L	< 10	< 10	100					
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,10	< 0,10	2					
Aluminium	µg/L	86 ± 30	81 ± 15	500	120 ± 30	130 ± 32	1000		
Arsenic	µg/L	0,34 ± 20	0,34 ± 18	5					
Cadmium	µg/L	0,040	< 0,10	5					
Chrome	µg/L	0,13	< 1,0	10	0,16 ± 27	< 1,0	5,0		
Cuivre	µg/L	3,3 ± 15	2,8 ± 15	100	8,3 ± 15	7,6 ± 14	100		
Etain	µg/L	< 0,20	< 1,0	20					
Fer	µg/L	33 ± 35	29 ± 15	500	7,1 ± 35	5,9 ± 21	1000		
Manganèse	µg/L	13 ± 31	12 ± 11	200					
Mercure	µg/L	< 0,010	< 0,050	5					
Nickel	µg/L	1,6 ± 16	< 1,0	50	1,2 ± 16	< 1,0	50		
Plomb	µg/L	0,50 ± 26	< 0,50	100	0,30 ± 27	< 0,50	50		
Zinc	µg/L	29 ± 31	21 ± 15	500	17 ± 29	13 ± 15	2000		
Tributylétain	µg/L				7,00E-05 ± 50	< 0,050	< seuil de détection		
Chrome VI	µg/L				< 5,0	< 5,0	< seuil de détection		
AOX	µg/L	160 ± 15	120 ± 17	700	130 ± 15	65 ± 19	1000		

Tableau 30

Les résultats rendus par les deux laboratoires montrent globalement une bonne cohérence. Les écarts significatifs (AOX notamment) s'expliquent par des délais de mise en analyse différents, voire des délais ne respectant pas les normes analytiques (EUROFINS). Les valeurs mesurées par les deux laboratoires, présentant des différences, restent inférieures aux valeurs limites réglementaires.

### 5.3.2.2 - Résultats des mesures sur R4

		R4				
		EUROFINS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	13 ± 45	9,2 ± 47	-		
Activité Alpha globale	Bq/L	0,057 ± 72	< 0,044	-		
Activité Béta globale	Bq/L	1,1 ± 15	0,95 ± 15	-		
MES	mg/L	4,4 ± 29	2,8 ± 23	35		
DBO5	mg/L	3,2 ± 51	< 10	25		
DCO	mg/L	16 ± 33	12 ± 25	125		
N total	mg N/L	9,2 ± 23	7,9 ± 9	15		
P total	mg P/L	0,28 ± 26	0,35 ± 18	2		

Tableau 31

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 calculé 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 – IMPACT RADIOLOGIQUE SANITAIRE

### 6.1.1 – 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, sous les vents dominants, et est 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.

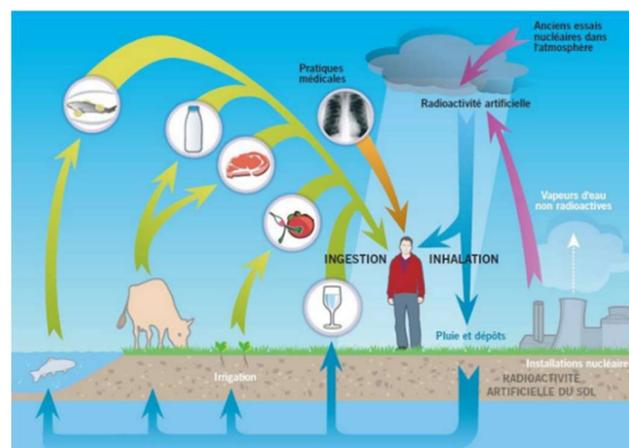
De plus, le Christ de Saclay est situé à une distance correspondant approximativement au point de retombée maximale des rejets gazeux pour les conditions météorologiques les plus probables.

- 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 m<sup>3</sup>/h pour l'adulte et de 0,22 m<sup>3</sup>/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 CEA de Saclay

### 6.1.2 - Rejets liquides

L'évaluation des impacts radiologiques dus aux rejets liquides 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).

### 6.1.3 - 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 un kilomètre du site. Les tableaux 39 et 40 présentent le détail pour l'année 2022, 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.

Radionucléide <sup>(3)</sup>	Effluents liquides (Groupe des pêcheurs uniquement adulte)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte (μSv)		Population enfant <sup>(6)</sup>		Population nourrisson <sup>(7)</sup>	
		IE <sup>(4)</sup>	In <sup>(5)</sup>	IE	In	IE	In
<sup>3</sup> H	<b>5,00E+00</b>	–	< 0,01	–	–	–	–
<sup>14</sup> C	<b>5,91E-02</b>	–	0,23	–	–	–	–
<b>Ar41</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b>Co60</b>	<b>1,62E-03</b>	–	< 0,01	–	–	–	–
<b>Kr85</b>	–	–	–	–	–	–	–
<sup>90</sup> Sr- <sup>Y</sup>	<b>3,19E-03</b>	–	< 0,01	–	–	–	–
<sup>125</sup> Sb	–	–	–	–	–	–	–
<sup>125</sup> I	<b>2,33E-03</b>	–	< 0,01	–	–	–	–
<sup>131</sup> I	–	–	–	–	–	–	–
<sup>137</sup> Cs	<b>4,53E-03</b>	–	0,05	–	–	–	–
<sup>133</sup> Xe	–	–	–	–	–	–	–
<sup>203</sup> Hg	–	–	–	–	–	–	–
<b>Uranium</b>	<b>9,88E-03</b>	–	0,05	–	–	–	–
<sup>222</sup> Rn	–	–	–	–	–	–	–
<sup>238</sup> Pu	<b>2,39E-05</b>	–	0,04	–	–	–	–
<sup>239</sup> Pu+ et <sup>240</sup> Pu	<b>7,38E-05</b>	–	0,13	–	–	–	–
<b>Am241</b>	<b>1,69E-04</b>	–	< 0,01	–	–	–	–

Tableau 32 : détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2023 du fait des rejets liquides des installations du site CEA de Saclay

Radionucléide <sup>(3)</sup>	Effluents gazeux (Groupe du Christ de Saclay)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte ( $\mu$ Sv)		Population enfant		Population nourrisson	
		IE	In	IE	In	IE	In
<b><sup>3</sup>H</b>	<b>2,98E+03</b>	< 0,01	< 0,04	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01
<b><sup>14</sup>C</b>	<b>1,90E+01</b>	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
<b>Ar41</b>	<b>9,37E+02</b>	0,04	–	0,04	–	0,04	–
<b>Co60</b>	<b>4,24E-04</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Kr85</b>	<b>2,93E+03</b>	< 0,01	–	< 0,01	–	< 0,01	–
<b><sup>90</sup>Sr-Y</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b><sup>125</sup>Sb</b>	<b>1,07E-03</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b><sup>125</sup>I</b>	<b>2,64E-04</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b><sup>131</sup>I</b>	<b>3,20E-03</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b><sup>137</sup>Cs</b>	<b>1,05E-03</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b><sup>133</sup>Xe</b>	<b>4,31E+01</b>	< 0,01	–	< 0,01	–	< 0,01	–
<b><sup>203</sup>Hg</b>	<b>2,58E-04</b>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Uranium</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b><sup>222</sup>Rn</b>	<b>4,33E+01</b>	0,11		0,11		0,13	
<b><sup>238</sup>Pu</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b><sup>239</sup>Pu+ et <sup>240</sup>Pu</b>	–	–	–	–	–	–	–
<b>Am241</b>	–	–	–	–	–	–	–

Tableau 33 : Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2023 du fait des rejets atmosphériques des installations du site CEA de Saclay

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 ainsi qu'aux isotopes du Plutonium, et en moindre mesure à l'Uranium naturel, au Césium-137, ainsi qu'au tritium.

Pour l'année 2023, l'impact radiologique annuel aux populations riveraines du fait des rejets d'effluents radioactifs atmosphérique et liquide 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 CEA 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).

## 6.2 - IMPACT CHIMIQUE SANITAIRE

En ce qui concerne l'impact sanitaire des rejets par voie atmosphérique, la voie inhalation et la voie ingestion, pour les substances à effet de seuil (effets autres que cancérigènes) et sans effet de seuil, ont été considérées.

Pour la voie inhalation, malgré les hypothèses pénalisantes retenues pour ces calculs notamment une présence permanente à l'extérieur des lieux d'habitation, la valeur maximale du quotient de danger (QD) pour les substances avec effet de seuil est obtenue pour les oxydes d'azote émis par la chaufferie (de l'ordre de  $2.10^{-3}$  au niveau du Christ-de-Saclay), le quotient de danger total restant très largement inférieur à 1. La valeur maximale d'excès de risque individuel (ERI) pour les substances sans effet de seuil est de l'ordre de  $1,5.10^{-8}$  (obtenu pour le formaldéhyde) au niveau du Christ-de-Saclay, la somme des ERI restant largement inférieure à  $10^{-6}$ , valeur à partir de laquelle l'impact n'est plus considéré comme négligeable.

Pour la voie ingestion due aux rejets par voie atmosphérique, la valeur maximale du quotient de danger (QD) pour les substances avec effet de seuil est obtenue pour le trichloréthylène et est de l'ordre de 0,04 au Christ-de-Saclay, le quotient de danger total restant inférieur à 1. L'excès de risque individuel (ERI) maximal pour les substances sans effet de seuil est de l'ordre de  $1,5.10^{-8}$  (obtenu pour le formaldéhyde) au niveau du Christ-de-Saclay, la somme des ERI étant inférieure à  $10^{-6}$ , valeur à partir de laquelle le risque par ingestion n'est plus considéré comme acceptable. Il faut pourtant rappeler les hypothèses conservatrices prises en compte dans les calculs :

- terme source pour les rejets par voie atmosphérique constitué des substances chimiques en stock dans les installations, supposées émises en totalité à l'atmosphère en conditions normales,
- facteurs de translocation des substances dans les végétaux égaux à 1.

Pour les rejets par voie liquide, seule la voie ingestion est étudiée pour l'impact sanitaire. Le terme source est constitué à partir des rejets comptabilisés au niveau de la sortie du centre (R7 - Aqueduc des Mineurs).

Pour les habitants de la ferme de Viltain, le quotient de danger maximal, égal à 0,01, est obtenu pour les fluorures. Pour les pêcheurs, le quotient de danger maximal (0,05) est obtenu pour les nitrates et l'arsenic. Ainsi, quels que soient le groupe étudié et la substance émise, les quotients de danger (QD) sont toujours largement inférieurs à 1. Le risque est donc considéré comme négligeable.

L'excès de risque individuel (ERI) maximal est inférieur à  $3.10^{-6}$  (obtenu pour le chrome) pour le groupe des pêcheurs et inférieur à  $4.10^{-7}$  (obtenu pour l'arsenic) pour les habitants de la ferme de Viltain. La somme des ERI est inférieure à  $5.10^{-7}$  pour les habitants de la ferme et inférieure à  $4.10^{-6}$  pour les pêcheurs. Même si pour ce dernier groupe, cette somme est supérieure à  $10^{-6}$ , le risque peut être qualifié de négligeable.

En effet, des hypothèses pénalisantes ont été retenues dans les calculs :

- Concentrations en arsenic et en chrome non décelables (inférieures à 2 µg/l) dans les eaux en sortie de centre, d'où des ERI donnés « inférieurs à »,
- Consommation hypothétique très majorante prise pour les calculs (plus de 0,5 litre d'eau par jour, ainsi que de 8 kg par an de poissons provenant de l'étang Neuf).

Le risque sanitaire dû aux rejets chimiques émis par voie atmosphérique et liquide du Centre CEA, site de Saclay peut donc être considéré comme négligeable.

En conclusion, l'impact sanitaire lié aux rejets chimiques du site de Saclay du CEA Paris-Saclay, est considéré comme acceptable et non préoccupant.

## **7 - MAITRISE 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, de nombreuses autres actions relèvent de la protection de l'environnement. Nous avons regroupé dans les paragraphes suivants les principales d'entre elles, que celles-ci relèvent de prescriptions réglementaires ou simplement d'initiatives du site CEA de Saclay.

Par ailleurs, 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 site CEA de 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 site CEA de 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 2023, 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.

#### **PREVISIONS ANNUELLES DES REJETS ET DE PRELEVEMENT D'EAU**

Applicable à partir de janvier 2014, l'article 4.4.3 de l'arrêté INB demande que l'exploitant définisse annuellement, à partir de la programmation de ses activités, une prévision chiffrée des prélèvements et consommation d'eau ainsi que des rejets d'effluents auxquels il compte procéder. Cette prévision a été établie pour l'année 2023 et communiquée en début d'année à l'Autorité de sûreté nucléaire et à la commission locale d'information (CLI).

Les paragraphes suivants présentent la comparaison entre les prévisions et les résultats d'exploitation ainsi que l'analyse des écarts les plus significatifs.

#### **Prévision globale des activités des installations**

En 2023, il n'y a pas eu d'évolution notable des activités prévisibles des INB du site de Saclay.

### 7.1 - Rejets d'effluents

#### 7.1.1 - RADIOACTIFS GAZEUX

La conformité aux prévisionnels annuels a été globalement respectée. Aucun dépassement n'est à noter concernant les rejets des INB quelle que soit leur nature (Cf. Chapitre 3.1).

#### **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.

#### **Substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO)**

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 CEA de Saclay ont poursuivi leur programme d'élimination des HCFC (hydrochlorofluorocarbures) pour lesquels, conformément à la réglementation européenne, les appareils en contenant ne peuvent plus être maintenus à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015.

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. Jusqu'en 2021, les principales contributions des émissions sont :

- 40% des émissions directes (chaufferie, consommation de combustible, d'électricité, émissions de process, voiture),
- 35% des émissions indirectes liées à l'énergie (achat d'électricité, de vapeur, transport de personne, de marchandises, ...)
- 37% d'autres émissions indirectes

A partir de 2022 et 2023, le calcul des bilans GES prend en compte d'autres émissions indirectes notamment les achats. La contribution des achats dans le bilan est très représentative.

### **Rejets d'effluents chimiques gazeux**

Sur le site CEA de Saclay, deux INB sont concernées :

- L'INB35, pour des rejets d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella ;
- L'INB77, pour des rejets d'ozone ( $\text{O}_3$ ) lors du fonctionnement des irradiateurs.

Pour l'INB 35, en 2023, il n'y a pas eu de campagnes de prétraitement chimique, la quantité d'ammoniac rejetée en 2023 est donc nulle.

Pour l'INB 77, le flux annuel d'ozone a été évalué à 38,1 kg, soit 12,7 % de l'autorisation annuelle. On observe une légère hausse par rapport à 2022 (+11%).

#### 7.1.2 - REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES

L'ensemble des INB transfèrent leurs effluents liquides vers la station de traitement des effluents industriels et 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), à l'arrêt depuis le 16/12/2015. En 2023, ces rejets directs ont été comptabilisés à 287 702 m<sup>3</sup> (y compris les rejets d'eaux pluviales de la partie nord du centre) dont 195 645 m<sup>3</sup> pour les seules eaux de refroidissement de l'INB 40.

### **Principales opérations de maintenance relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets**

La poursuite du programme pluriannuel d'entretien et de rénovation des réseaux d'eaux et d'effluents s'est traduite par le remplacement de 437 m linéaires en 2023 (420 m en 2022) dont ci-dessous le détail :

- Eau recyclée : 0 m
- Eau potable : 204 m
- Eau pluviale : 60 m
- Effluents sanitaires : 118 m
- Effluents industriels : 55 m

### **Gestion des solvants**

Conformément à la décision ASN n° 2009-DC-0156 du 15 septembre 2009, un suivi des consommations de solvants est réalisé par les INB.

Par ailleurs le site CEA de Saclay a une action globale d'inventaire et de réduction des consommations de solvants pour l'ensemble des installations.

## **7.2 - LES DECHETS**

### **7.2.1 - LES DECHETS 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 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 : incinération sans récupération d'énergie ou enfouissement.

La volonté du site CEA 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. En 2023, ce taux de valorisation global toute catégorie de déchets confondue est de 92 %.

<b>Déchets</b>	<b>TONNAGES</b>			<b>% de valorisation</b>		
	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Déchets inertes	3293	2362	6608	93%	93%	93%
Déchets non dangereux	1754	2365	1870	92%	97%	95%
Déchets dangereux	519	546	399	37%	33%	44%

Tableau 34 : Déchets conventionnels

Au total, le site du CEA Saclay a évacué 8877 tonnes de déchets (5273 tonnes en 2022). Cette hausse par rapport à 2022 est liée à une augmentation des déchets inertes (gravats liés à de nombreux chantiers sur le site en 2023). L'évacuation des déchets inertes fluctue d'une année sur l'autre en fonction des chantiers.

#### 7.2.2 – LES DECHETS 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 « 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 2023, le site CEA de Saclay a expédié :

- 251 m<sup>3</sup> de déchets de très faible activité (TFA) au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIRES) de l'ANDRA ;
- 156 m<sup>3</sup> de déchets de faible et moyenne activité (FMA) envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA) de l'ANDRA.

#### 7.3 – 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.

Les plus gros postes consommateurs d'eau en 2023 sont les suivants (les pourcentages donnés sont calculés par rapport à la consommation totale d'eau potable ou d'eau recyclée du centre) :

### Consommation en eau potable et Eau recyclée

INB	Prévisions (m <sup>3</sup> )	Résultats (m <sup>3</sup> )
35	300	265
40	300 000	195 645
49	400	216
50	800	373
72	400	322
77	400	165
101	15 000	3863

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 2023 environ 55% 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 (17 % en 2023).

#### 7.4 - 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, 11 nouveaux piézomètres ont été créés pour parfaire la connaissance de la pollution et le pompage des COHV.

En 2021, deux nouveaux piézairs proche de l'INB 72 en vue de réaliser un nouveau traitement par venting ont été créés. 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 piezos 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. Une note décrivant l'état actuel et définissant un plan d'action actualisé sera réalisée en 2024.

## 7.5 – MAITRISE DE L'ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT

Dans le contexte d'évolution du plateau de Saclay, brièvement rappelé en introduction de ce chapitre, le CEA se mobilise pour faciliter, si nécessaire, la réalisation des programmes d'intérêt public tout en veillant bien entendu à la protection de ses propres intérêts.

Le site CEA de Saclay participe ainsi à de nombreuses instances de concertation avec les pouvoirs publics, les collectivités locales, les entreprises impliquées dans les nombreux et importants programmes de développement de son environnement.

## 7.6 – INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

### 7.6.1 – TCSP

Le projet de transport en commun en site propre (TCSP) Massy-Saint-Quentin a débuté au début des années 2000 par la mise en service d'une ligne entre Saint-Quentin-en-Yvelines et Magny-les-Hameaux. En 2009, c'est le tronçon Massy-école polytechnique qui a été mis en service.

En 2016, le tronçon de la ligne desservant, depuis Polytechnique, le site de l'Orme des Merisiers, le sud du Centre puis en longeant la clôture est, le Christ-de-Saclay sur le terrain de la mare au Cuvier, a été mis en service en octobre 2016. Le site CEA de Saclay a contribué à sa réalisation par la cession ou la mise à disposition de terrain pour l'implantation de la gare de retournement au Christ et les bassins d'orages de part et d'autre de la rigole de Corbeville.

### 7.6.2 – LIGNE 18 DU GRAND PARIS EXPRESS

Le projet de métro automatique reliant Orly à Versailles, la ligne 18 du Grand Paris Express, a fait l'objet depuis quelques années de nombreuses concertations. Après plusieurs autres solutions envisagées, le tracé général de la ligne a été déterminé.

La société du Grand Paris s'est rapprochée du CEA ainsi que de nombreux autres établissements du plateau pour prendre en compte les contraintes éventuelles vis-à-vis des installations du centre.

L'implantation d'une ligne de métro à proximité d'un Centre abritant des installations nucléaires de base (INB) constitue une modification importante de son environnement. A ce titre, elle nécessite de réévaluer les études de sûreté des INB. Des études sont toujours en cours pour prendre en compte d'une part le risque d'agression des INB suite à un déraillement de train, d'autre part l'impact d'un accident survenant dans une INB sur les usagers de la ligne de métro.

## 7.7 – RELATIONS INTER-ENTREPRISES

L'association loi de 1901 POLVI, créée en 2012 et dont le site CEA de Saclay est membre fondateur et en assure la vice-présidence et le secrétariat général, rassemble les directions opérationnelles de la plupart des établissements privés et publics implantés, ou à venir, du Cluster Paris-Saclay.

Elle a pour objectifs de contribuer au développement d'un pôle de vie pour les personnes travaillant sur le plateau (salariés, collaborateurs, apprentis, thésards, sous-traitants et visiteurs) en relation avec les acteurs de l'aménagement du plateau: la CPS (Communauté d'agglomération Paris-Saclay), l'EPAPS (Etablissement Public d'Aménagement Paris-Saclay), le STIF (Syndicat des Transports d'Ile de France), la SGP (Société du Grand Paris), la sous-Préfecture de l'Essonne, la CCI (Chambre de Commerce et d'Industrie) de l'Essonne, le Conseil Départemental 91, et le Conseil Régional d'Ile-de-France.

Outre la mutualisation de certains services privés (restauration collective, transports, conciergerie, équipements sportifs...), POLVI apporte son soutien et sa connaissance du terrain pour la mise en service effective des transports publics adaptés aux exigences et aux particularités du plateau de Saclay (lignes 91-06, 9, 10 et 11) : horaires, cycles de feux, aménagements routiers, piétonniers et cyclistes.

De par sa présence effective sur le terrain, POLVI assure également une surveillance de tous les instants quant aux conditions de sécurité régnant sur le plateau, liées par exemple à l'exécution des multiples chantiers en cours, en faisant remonter systématiquement tous les dysfonctionnements observés.

Le CEA au sein de l'association POLVI dispose donc aujourd'hui d'un puissant réseau inter-entreprises, dans lequel sont échangées les bonnes pratiques pour une exploitation raisonnée des grands établissements établis : PDIE (Plans de Déplacements Inter-Entreprises), recensement et exploitation des ICPE, domaine HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement), norme ISO 50, et bien-être au travail.

## **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 2023, le CEA Paris-Saclay a déclaré à l'ASN quinze événements significatifs relatifs aux INB du site de Saclay et un relatif au Centre. Quatre événements ont été classés dans le domaine de l'environnement. 1 événement a été classé au niveau 1 sur l'échelle INES, les autres sont restés au niveau zéro de celle-ci. Seuls les événements de niveau 1 font l'objet d'un communiqué de presse.

Les événements déclarés en 2022 à l'ASN sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

NIVEAU	DATE DE DECLARATION	INB	EVENEMENTS
0	19/01/2023	35	Dépassement du délai d'entreposage d'un colis dans le hall 67 de STELLA
0	24/01/2023	50	Arrêt de la réalisation des contrôles de radioprotection externes réalisés par un organisme agréé pour les contrôles d'ambiance, sources et appareils générateurs de rayonnement de l'INB 50
0	17/03/2023	101	Perte de la chaîne de détection de fuite d'eau dans la casemate 1402
0	22/03/2023	72	Non-respect du délai de réalisation d'un contrôle périodique décennal de trois fûts de 60 L mentionné au chapitre 7 des RGE
0	24/03/2023	72	Défaut de réglage de la balise de surveillance de l'irradiation CHA-I en zone arrière du bâtiment 120 conduisant à une défaillance de la surveillance régulière de l'irradiation (AIP n°2 "conduite")
0	30/03/2023	101	Perte de la chaîne de détection de la présence d'eau au niveau du collecteur de fuites EL 008 BA dans la casemate 1106
0	21/04/2023	49	Efficacité insuffisante des filtres THE du réseau principal d'extraction d'air de la cellule 10
0	24/04/2023	72	Réalisation de la vérification réglementaire périodique (VRP) annuelle du poste d'alimentation HT-BT avec 9 jours de retard (VRP mentionné au chapitre 7 des Règles Générale d'exploitation)
0	12/05/2023	72	Découverte d'un sac contenant des déchets nucléaires dans la zone d'entreposage de déchets conventionnels du bâtiment 116B
1	02/06/2023	101	Présence d'un sac de déchets nucléaires dans une zone de production de déchets conventionnels
0	17/07/2023	35	Efficacité insuffisante d'un PAI (piège A Iode) sur une des trois lignes de la ventilation d'extraction du procédé de l'atelier STELLA
0	25/07/2023	35	Perte de l'enregistrement en continu des rejets à l'émissaire E16 (bâtiment 393)
0	26/07/2023	50	Perte temporaire pendant une durée supérieure à 4 heures d'un équipement de surveillance radiologique en temps réel à l'émissaire E2 (LCHEC)
0	06/09/2023	101	Défaut de présence de salariés de PMS
0	22/12/2023	50	Absence d'identification du CEP du basculement automatique des motoventilateurs de l'extraction de Célimène

Tableau 36 : Evènements significatifs

## 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 <sub>5</sub>	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	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
STELLA	Station de traitement des effluent liquide LA
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 m<sup>3</sup>).*
- *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 2023 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 2023.*
- *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 2023*
- *Figure 17 : Localisation des stations de surveillance de l'environnement*
- *Figure 18 : Barboteur tritium*
- *Figure 19 : Balise à Filtres Séquentielle Alpha Bêta*
- *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 2023 exprimé en  $\mu$ Sv 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 : Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du site CEA de Saclay en 2023*
- *Figure 27 : Évolution de l'activité en tritium des eaux de la nappe au droit du site CEA de Saclay (hors F64)*
- *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*

## **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 2023.*
- *Tableau 7 : Part des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2023 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 2023 comparés aux valeurs limite autorisées*
- *Tableau 10 : Rejets liquide (volume en m<sup>3</sup>, Activité en MBq) du site de Saclay en 2023 comparés aux valeurs limite autorisées.*

- *Tableau 11 : Concentrations et flux mesurés en sortie de site (point R7) comparés aux valeurs limites réglementaires avec le nombre de dépassement (%)*
- *Tableau 12 : Moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2023*
- *Tableau 13 : Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2022 (en Bq/kg sec)*
- *Tableau 14 : Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du site de Saclay en 2023*
- *Tableau 15 : Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2023 (en Bq/kg frais)*
- *Tableau 16 : Débits d'équivalent de dose annuel moyen aux 4 stations*
- *Tableau 17 : Mesures physico chimique effectuées en 2023 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 1<sup>er</sup> août 2023*
- *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 2023 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<sub>5</sub> 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 recréés artificiellement ; depuis le début du XXe siècle, les activités humaines ont entraîné la présence de radioactivité artificielle dans l'environnement ; la production de radionucléides artificiels se fait au moyen d'un accélérateur de particules ou d'un réacteur nucléaire.

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

**Rayonnements** : les éléments radioactifs présents dans notre environnement émettent des rayonnements alpha, bêta et/ou gamma ; une simple feuille de papier arrête les particules alpha ; une feuille de quelques millimètres d'épaisseur stoppe les particules bêta ; une forte épaisseur de plomb ou de béton permet de se protéger des rayonnements gamma.

**Rayonnement alpha ( $\alpha$ )** : 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 ( $\beta$ )** : 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 ( $\gamma$ )** : 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.