

Rapport environnemental 2022

Centre CEA Paris-Saclay,
site de Saclay

cea

sommaire

Rapport environnemental 2022



Photo de couverture:
Château d'eau Auguste Perret
© E. Autin / CEA

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 Élodie 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

1	› Introduction	2	7	› Maîtrise de l'impact des activités du CEA site de Saclay et de son environnement	
	› Rejets d'effluents	66		› Rejets d'effluents	66
2	› Présentation générale du site de Saclay du centre CEA Paris-Saclay			› Les déchets	67
	› Implantation géographique	3		› Les consommations d'eau	67
	› Activités et effectifs	5		› Composés organo-halogénés volatils - Caractérisation et dépollution	68
	› Les principales installations	6		› Maîtrise de l'évolution de l'environnement	69
	› Les effluents	13		› Infrastructures de transport	69
	› La surveillance environnementale	17		› Relations inter-entreprises	69
3	› Le contrôle des rejets d'effluents du site		8	› Événements significatifs déclarés à l'ASN division d'Orléans	70
	› Rejets des effluents atmosphériques	18			
	› Rejets des effluents liquides	29	9	› Maîtrise des situations d'urgence	72
4	› Surveillance de l'environnement		10	› Informations communications	74
	› La surveillance météorologique	39	11	› Annexe 1: Glossaire	75
	› La surveillance atmosphérique	40	12	› Annexe 2: Liste des figures	78
	› Les eaux de pluie	42	13	› Annexe 3: Liste des tableaux	79
	› Les sols du plateau	42	14	› Annexe 4: Liste des définitions	82
	› Les herbes du plateau	42			
	› Les fruits et légumes du plateau	43			
	› Le lait	43			
	› L'irradiation ambiante	44			
	› Le réseau hydrographique de surface	45			
	› Les eaux souterraines	49			
5	› Surveillance par des mesures indépendantes				
	› Contexte réglementaire	56			
	› Méthodologie du contrôle	56			
	› Résultats des mesures	57			
6	› Évaluation des impacts				
	› Impact radiologique sanitaire	60			
	› Impact chimique sanitaire	64			

Introduction

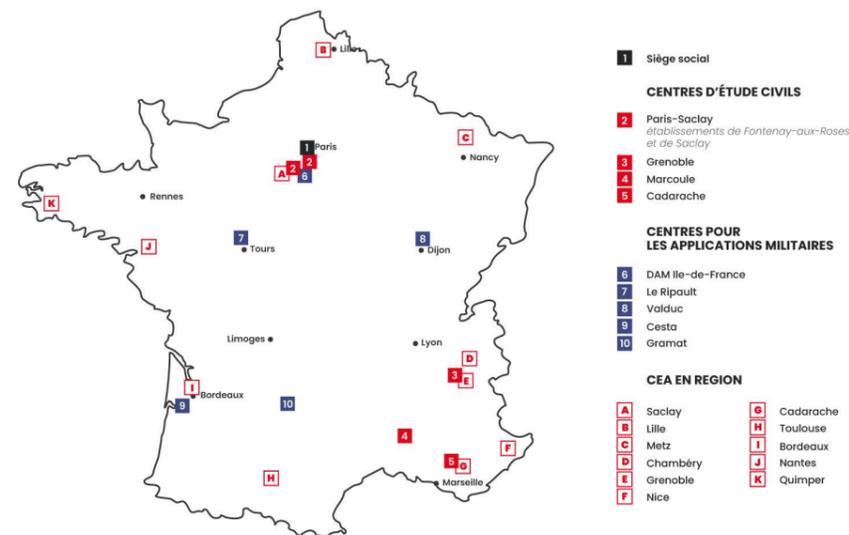


Figure 1: Carte des centres CEA civils et pour les applications militaires et ses partenariats régionaux.

Créé en France, il y a plus de 70 ans afin d'entreprendre les recherches scientifiques et techniques en vue de l'utilisation de l'énergie atomique dans divers domaines de la science, de l'industrie et de la Défense nationale, le CEA, aujourd'hui Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, reste fidèle à sa vocation première et contribue toujours à la recherche et au développement en vue de son application auprès des industriels. L'ensemble de ses activités sont réparties sur neuf Centres dont quatre à caractère civil et cinq au titre des applications militaires (cf. Figure 1). Les Centres civils ont été créés par ordre chronologique à Fontenay-aux-Roses, Saclay, Grenoble, Cadarache puis Marcoule. Les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses ont été regroupés le 1^{er} février 2017 pour constituer désormais un centre unique CEA Paris-Saclay. Le CEA développe également des partenariats en région avec d'autres organismes de recherche, les collectivités locales et les universités.

Ce rapport environnemental présente le bilan 2022 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 ». Son contenu est élaboré selon les prescriptions de l'article 5.3.1 de la Décision de l'ASN 2013-DC-0360 modifiée en 2016, dite « Décision environnement » et homologuée par arrêtés des 9 août 2013 et du 5 septembre 2016.

Il présente également le bilan environnement 2022 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).

Ce rapport prend également en compte les rejets liquides confondus des autres installations implantées sur le site de Saclay et pouvant relever d'autre régime réglementaire.

¹ Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.
² Décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base.
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.

Présentation générale du site de Saclay du centre CEA Paris-Saclay

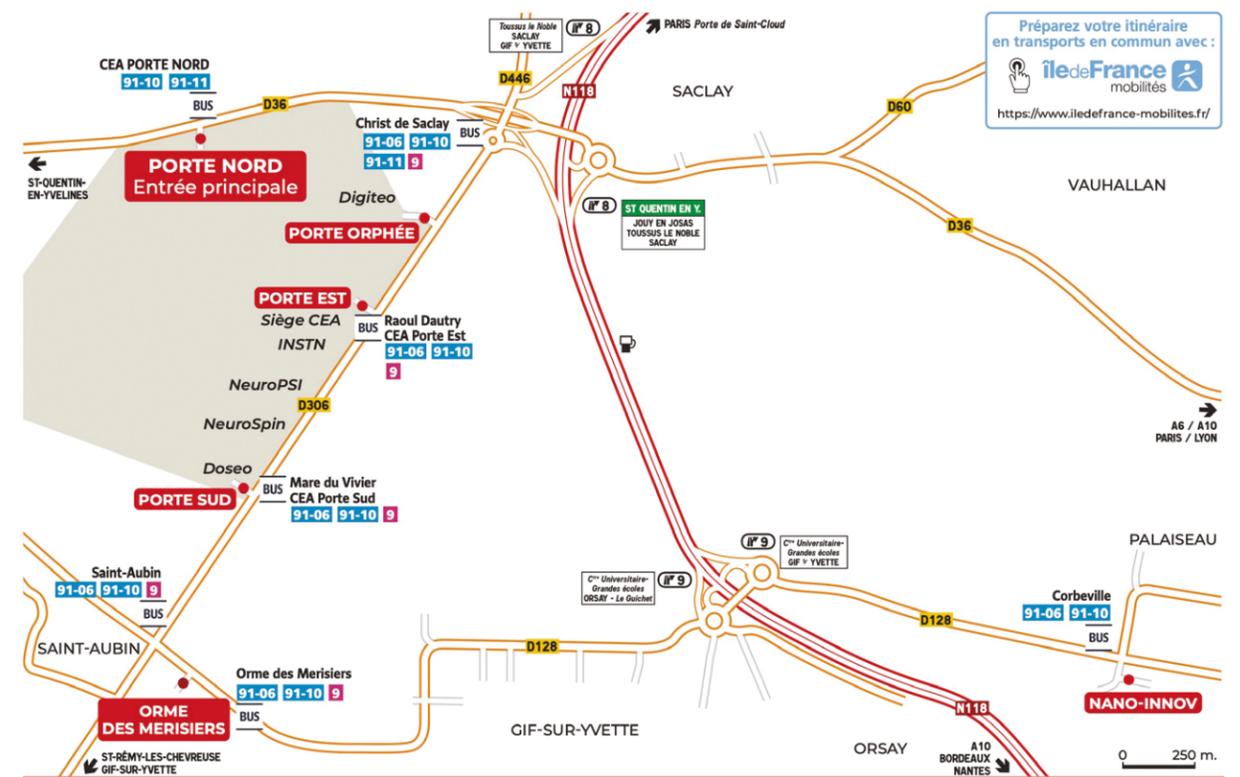


Figure 2: Implantation géographique du site de Saclay.

Implantation géographique

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

- À 1 kilomètre plus au sud sur la commune de Saint-Aubin, le site annexe de l'Orme des Merisiers ;
- Le Service hospitalier Frédéric Joliot (SHFJ) du groupe hospitalier Nord-Essonne du site d'Orsay.

Et également :

- À environ 5 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 terrain du Bouchet qui est un bassin de décantation de boues annexe d'une ancienne usine de minerai d'uranium situé dans la commune d'Ytzeville (91). Le CEA y assure une surveillance réglementée par arrêtés préfectoraux (l'arrêté préfectoral n° 92-2784 du 3 août 1992 et les arrêtés n° 2000-PREF-DCL/0482 et /0483 du 11 septembre 2000.



Bâtiment Neurospin, situé dans la zone semi-ouverte © A.Gonin / CEA

L'ensemble des installations occupe une superficie globale de 153 ha (125 ha pour le site principal, 25 ha pour l'Orme des Merisiers, 3 ha pour Nano-Innov).

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.

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

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

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

Le site CEA de Saclay est un site ouvert sur son environnement. Depuis quelques années, cette ouverture se manifeste plus visiblement aux abords de son site principal. Tout en respectant les contraintes réglementaires liées à la sécurité de ses installations sensibles, le site poursuit sa politique d'extension des zones semi-ouvertes. La façade Sud-Est du centre qui rassemble l'Institut national des sciences et techniques nucléaire (INSTN), Neurospin, Doséo, la voie de transport en commun en site propre (TCSP), le nouveau bâtiment Neurosciences, symbolise bien l'ouverture du site sur le plateau de Saclay. À noter également sur le site de l'Orme des Merisiers, la mise en exploitation de l'infrastructure pour les sciences du climat et de l'environnement (ICE) dédié aux recherches sur le climat et l'environnement.

► Activités et effectifs

Le site CEA de Saclay, projet national lancé par le général de Gaulle 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.

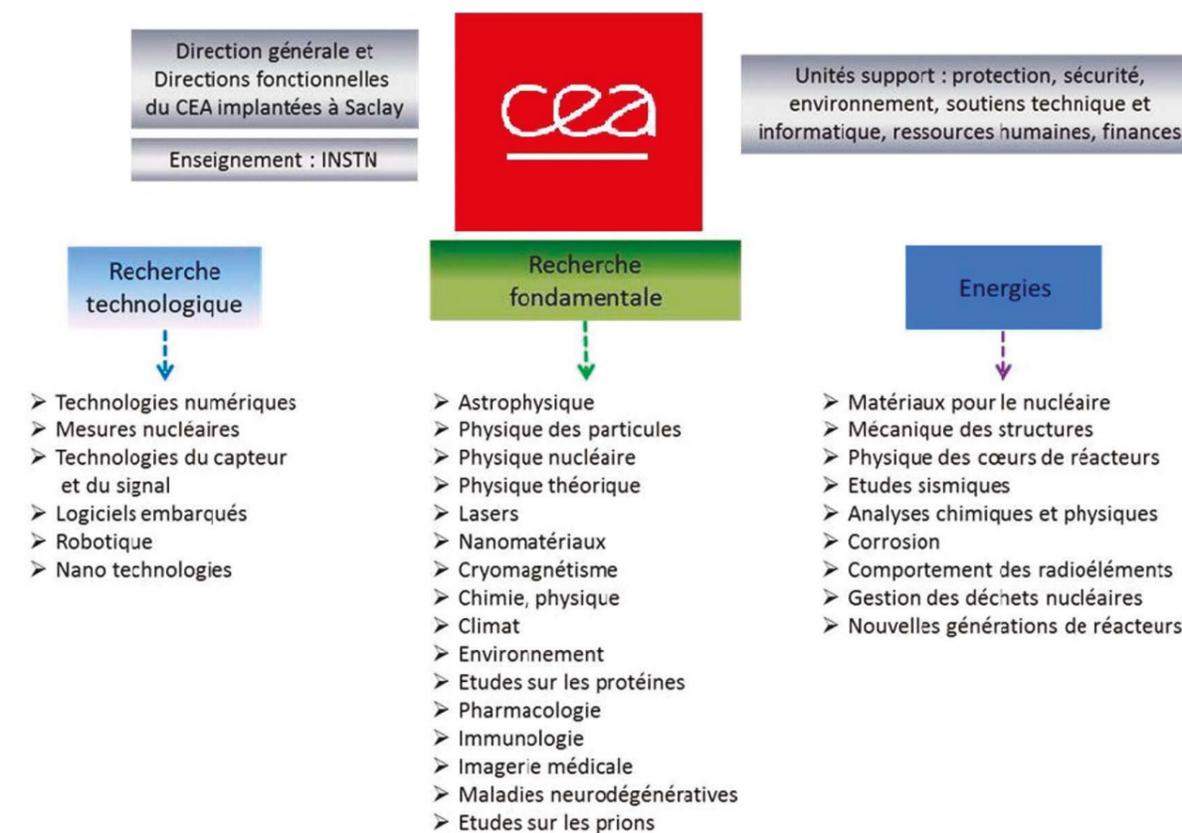
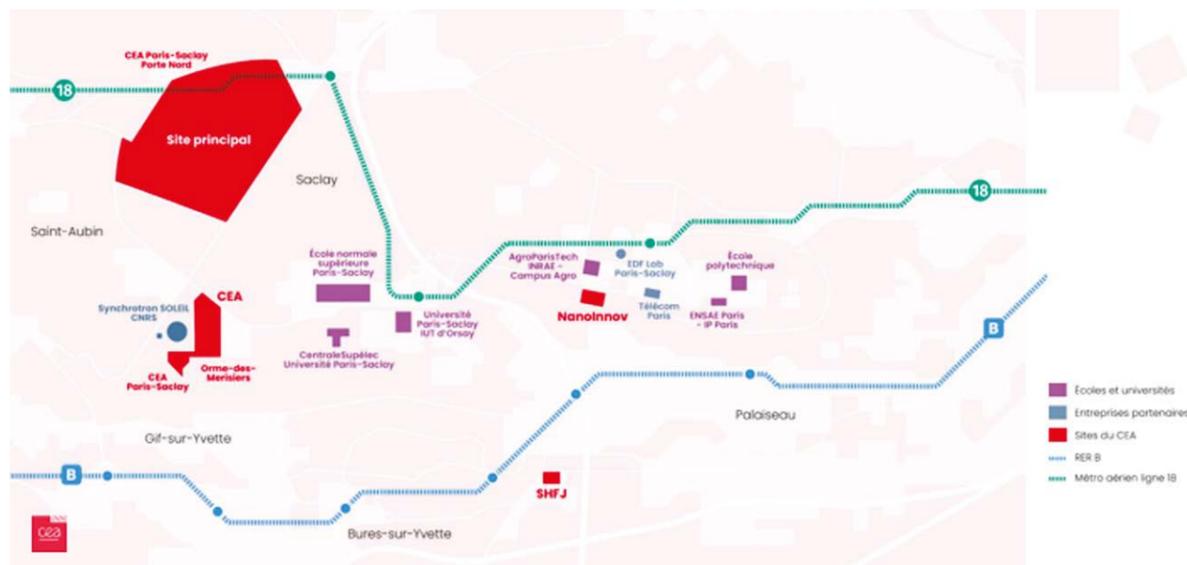


Figure 3: Activités de R&D (Recherche et développement) sur le site CEA de Saclay.



Situation du site de Saclay sur le plateau Sud de Saclay.

Par sa taille, le site de Saclay du CEA Paris-Saclay est aussi un acteur économique important sur le plan local. Avec plus de 7500 personnels, le site de Saclay compte environ 4 300 salariés en contrat à durée indéterminée, 1000 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 intervient 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 3000 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).

» Les principales installations

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

- Des installations nucléaires de bases (INB),
- Des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) pouvant relever des régimes d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration,
- Des installations relevant du Code de la santé publique car contenant des sources scellées,
- Des installations classiques regroupant des laboratoires, des ateliers et des bureaux.

À noter, l'implantation sur le site de l'entreprise Curium/CIS-Bio international (INB 29) qui fabrique des produits utilisés en médecine nucléaire.



Vue aérienne du site CEA de Saclay. © CEA



Dans la piscine de l'irradiateur Poséidon, la cellule étanche Caline. © P.Stroppa / CEA



Ligne 1 du LECI, un laboratoire dit chaud.
© PF.Grosjean / CEA



STELLA, hall de stockage des coques situé dans l'INB35.
© LZylberman / IRSN / CEA



Cellule chaude du LHA. © CEA



Réacteur Osiris en fonctionnement en 2013 (arrêté depuis 2015), à sa puissance nominale de 70 MW. © PF.Grosjean / CEA

Les installations nucléaires de base (INB)

Au 31 décembre 2022, le site de Saclay compte sept INB toutes rattachées à la DES. Parmi ces 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.
- **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.
- **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 liquide aqueux (STELLA) mis en service en 2011, les effluents aqueux de faible activité subissent une évaporation permettant de séparer les « distillats » et les « concentrats » radioactifs, lesquels sont entreposés puis cimentés en vue d'une évacuation vers l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).



L'irradiateur Poseidon du LABRA © P.Stroppa / CEA



Déchets à l'INB72. © E. Autin / CEA

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

- **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 le traitement des 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 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 par le CEA auprès de l'autorité compétente en octobre 2018 est en cours d'instruction auprès de l'autorité compétente.
- **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 par le CEA auprès de l'autorité compétente en mars 2020 est en cours d'instruction auprès de l'autorité compétente.

- **La zone de gestion des déchets radioactifs solides (INB 72)** : cette installation mise en service en 1971 assurait le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets solides de haute, moyenne et faible activité des installations du site de Saclay, ainsi que l'entreposage de matières et de déchets anciens en attente d'évacuation. Le décret n° 2022-1107 prescrivant au CEA de procéder aux opérations de démantèlement de l'installation est paru le 2 août 2022.

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).



Réacteur Ulysse démantelé. © CEA

À noter, le déclassement le 25 juillet 2022 du réacteur Ulysse (INB 18, réacteur de faible puissance) comme suite à la publication de la Décision n° 2022-DC-0723 de l'ASN du 14 juin 2022 homologuée par l'arrêté du 7 juillet 2022. Ce réacteur qui avait été mis en service en 1961 pour l'enseignement et la formation, a été arrêté définitivement en février 2007. Ses travaux de démantèlement s'étaient achevés en décembre 2019 dans le respect de l'échéance du décret n° 2014-906 du 18 août 2014.

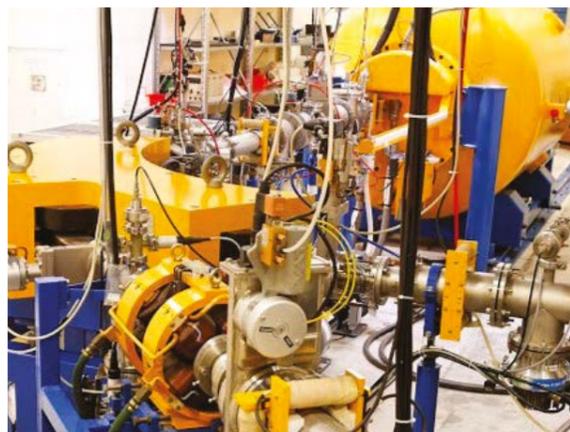
Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Le site de Saclay comprend également plusieurs dizaines d'ICPE dont la liste est mise à jour annuellement et transmise à l'autorité compétente. Il peut s'agir d'installations dédiées à la R&D ou d'installations de service. Les 8 principales ICPE nucléaires du site (hors cellules 6 et 7 de l'INB 49 décrites précédemment) 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



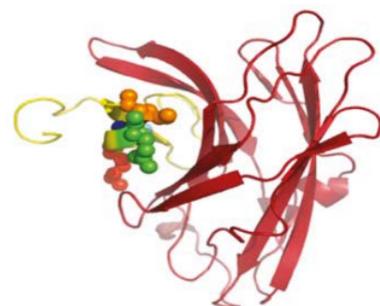
Vue panoramique de l'installation Actineo. M. Stroppa © CEA



Accélérateur de particules situé au LEEL. Crédits CEA

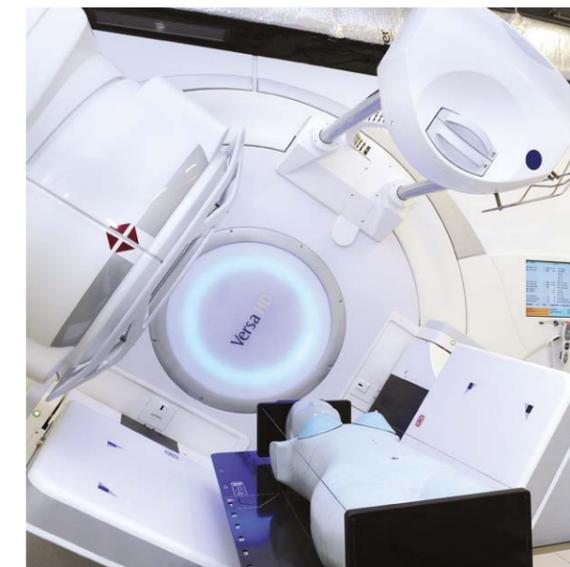
irradiés pour la recherche et le soutien à l'industrie nucléaire. Travaillant sur des échantillons radioactifs, les instruments d'analyse chimique et isotopique de grande précision sont nucléarisés et exploités dans des enceintes de protection.

- **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 ^{14}C essentiellement).



Modèle de la protéine thérapeutique DTR8 (en brun) liée à sa cible, le facteur de croissance HB-EGF.

- **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.



Plateforme DOSEO. © LGodart / 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-Süe (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.

- **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.

- **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.



EL3 est à présent un bâtiment dédiée à l'événementiel et à des visites. Crédits E. Autin CEA



La chaufferie du site de Saclay comporte trois chaudières. Crédits E. Autin © CEA

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 m² SHON (surface hors œuvre nette), 36 km de routes, 12 km de galeries techniques, 27 km de réseau de chauffage, 30 km de réseau électrique, 20 km de réseau de distribution d'eau potable, 11 km de réseau d'eau recyclée, 15 km de réseau d'effluents sanitaires, 14 km de réseau d'effluents industriels, 1 chaufferie, 1 station de traitement des effluents sanitaires, 1 station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée.

- **La chaufferie du site** : Le réseau de chauffage du site CEA de Saclay, constitué de 91 sous-stations et de l'ordre de 7 500 terminaux de chauffage (radiateurs...) est alimenté par une chaufferie d'une puissance de 50 MW. Cette dernière a été rénovée en 2007 pour améliorer ses performances énergétiques et environnementales : remplacement des générateurs, installations de brûleurs « bas NOx (Oxyde d'azote) », fonctionnement au gaz naturel (fioul domestique en

secours).

- **La station de traitement des effluents sanitaires (STES)** : mise en service en 2012, elle a une capacité correspondant au besoin d'une ville de 5 000 habitants. Cette station qui utilise un procédé de filtration membranaire est conçue pour limiter les rejets d'azote et de phosphore dans l'environnement.
- **La station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée** : le site de Saclay dispose également de stations spécifiques de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée. Ce réseau d'eau recyclée est utilisé par les installations du centre essentiellement pour leurs besoins en eaux de refroidissement. La production d'eau recyclée, d'une capacité nominale de 8 600 m³/jour, est réalisée selon un procédé physicochimique de coagulation/floculation/filtration et est alimentée à partir des eaux brutes provenant du plan d'eau de Villiers et du recyclage des effluents industriels traités.



Station de traitement des effluents sanitaires. © CEA



«Pulsator» de la station de production d'eau recyclée. © CEA

Prescriptions réglementaires applicables

Les activités du site de Saclay impliquent des rejets d'effluents atmosphérique et liquide qui sont contrôlés, et dont l'impact est suivi via la mise en place d'un programme de surveillance de l'environnement. Les aspects réglementaires relatifs au contrôle des rejets et à la surveillance de l'environnement du site sont définis dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'exploitation et de trois décisions 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.

- **L'arrêté préfectoral n°2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009** autorise le CEA à poursuivre l'exploitation des ICPE du centre. Cet arrêté régit notamment les ICPE et leurs rejets, les rejets liquides de l'ensemble du centre et les points de surveillance de l'environnement aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du centre. Il a été modifié par **l'arrêté préfectoral n°2011.PREF. DRCL. BEPAFI. SSPILL-643 du 24 novembre 2011** 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).

- **La décision ASN n°2009-DC-155 du 15 septembre 2009** fixe les limites de rejets dans l'environnement des effluents gazeux de chacune des INB exploitées par le CEA. Cette décision a été homologuée par les ministres chargés de la sûreté nucléaire par un **arrêté du 4 janvier 2010 publié au journal officiel le 14 janvier 2010**.
- **La décision ASN n° 2009-DC-156 du 15 septembre 2009** fixe les prescriptions relatives aux rejets des effluents liquides des INB exploitées par le CEA dans les réseaux du site CEA de Saclay et aux rejets dans l'atmosphère des effluents gazeux de ces mêmes INB.
- **La décision ASN DEP-Orléans-1117-2009 du 08 octobre 2009** autorise l'exploitation des ICPE 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.

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 dans l'environnement 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).



Mesures de radionucléides émetteurs alpha après séparation radiochimique © CEA

Les rejets atmosphériques

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 2022, le centre compte au total 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 dont 2 au titre du Code de la Santé Publique.

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

			Mesure en continu			Prélèvement ponctuel ou en continu, mesures différées						
			Débit	Gaz rares	Aérosols Bêta global	Tritium	Carbone 14	Iodes	Gaz rares	Bêta global	Alpha global	Émetteurs gamma
Les Installations Nucléaires de Base (INB)	INB 35	E 14	X		X	X	X	X		X	X	X
		E 16	X		X	X	X	X		X	X	X
		E 27	X		X	X	X	X		X	X	X
	INB 40	E 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	INB 49	E 11	X			X				X	X	X
		E 12	X							X	X	X
	INB 50	E 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		E 4	X		X					X	X	X
	INB 72	E 17 ⁽²⁾	X			X		X		X	X	X
		E 18	X	X	X	X	X	X		X	X	X
E 19		X	X	X	X		X	X ⁽¹⁾	X	X	X	
INB 101	E 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	E 28	X			X							
Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	LNHB – Lot 1	E 1	X	X		X		X		X	X	X
	EL3 – Lot 13	E 3	X			X						
	SIMOPRO – Lot 15	E 32	X			X		X				
	ADEC – Lot 16	E 13	X	X		X	X	X		X	X	X
		LCH	X					X		X	X	X
	DPC 391 – Lot 19	E 30	X					X		X	X	X
	DPC 450 – Lot 20	E 31	X					X		X	X	X
	SCBM – Lot 23	E 8	X			X	X			X		
		E 24	X			X		X		X		
	INB 49 Cellules 6 et 7	E 25	X		X	X		X		X	X	X
E 26		X	X	X				X	X	X	X	

Nota: certaines spécifications encadrent la surveillance de ces rejets
 (1) uniquement lors de rejets concertés
 (2) uniquement lors du fonctionnement

Le tableau 1 rappelle les prescriptions réglementaires de la Décision n° 2009-DC-155 du 15 septembre 2009 homologuée concernant les émissaires de rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du site CEA de Saclay pour ceux en fonctionnement en 2022. Nota: l'ancien émissaire E22 de l'INB18 Ulysse déclassée en 2022 n'existe plus.

Nota: l'émissaire E29 du laboratoire P. Sue (ICPE – Lot 28) devenu le LEEL n'émet plus de rejets depuis 2020: L'émissaire est en attente de démantèlement.

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 extrait et la ventilation stoppée.

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 1000 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 1000. 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.

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 4.

• **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** (cf. figure 4) sont produits par l'exploitation des différentes installations. Ces effluents aqueux rejoignent, via un réseau canalisé spécifique (R5), la station de traitement des effluents industriels du site pour y être traités. En sortie de station, ils aboutissent à la station de production d'eau recyclée ou par défaut dans la rigole de Corbeville via le point R5 aval (R5a), qui se déverse dans le plan d'eau de Villiers au niveau du point R2.

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

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

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

Il s'agit d'une gestion des rejets par bâchées. Au-delà de ces valeurs, l'effluent est alors considéré comme étant radioactif et géré en tant que tel comme indiqué ci-dessus.

Les bâchées sont également soumises à des règles de rejet concernant leur charge en éléments chimiques en accord avec les prescriptions imposées par l'arrêté d'exploitation modifié et complété.

Les concentrations maximales pour les rejets par bâchées doivent permettre de respecter les limites mentionnées au tableau 18 pour chaque paramètre physico-chimiques 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 effluents de l'INB 29 de Curium Pharma ainsi que les pluviales de cet exploitant nucléaire sont respectivement collectés via les réseaux R5 et le R6 du site de Saclay.

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 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 issu 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.

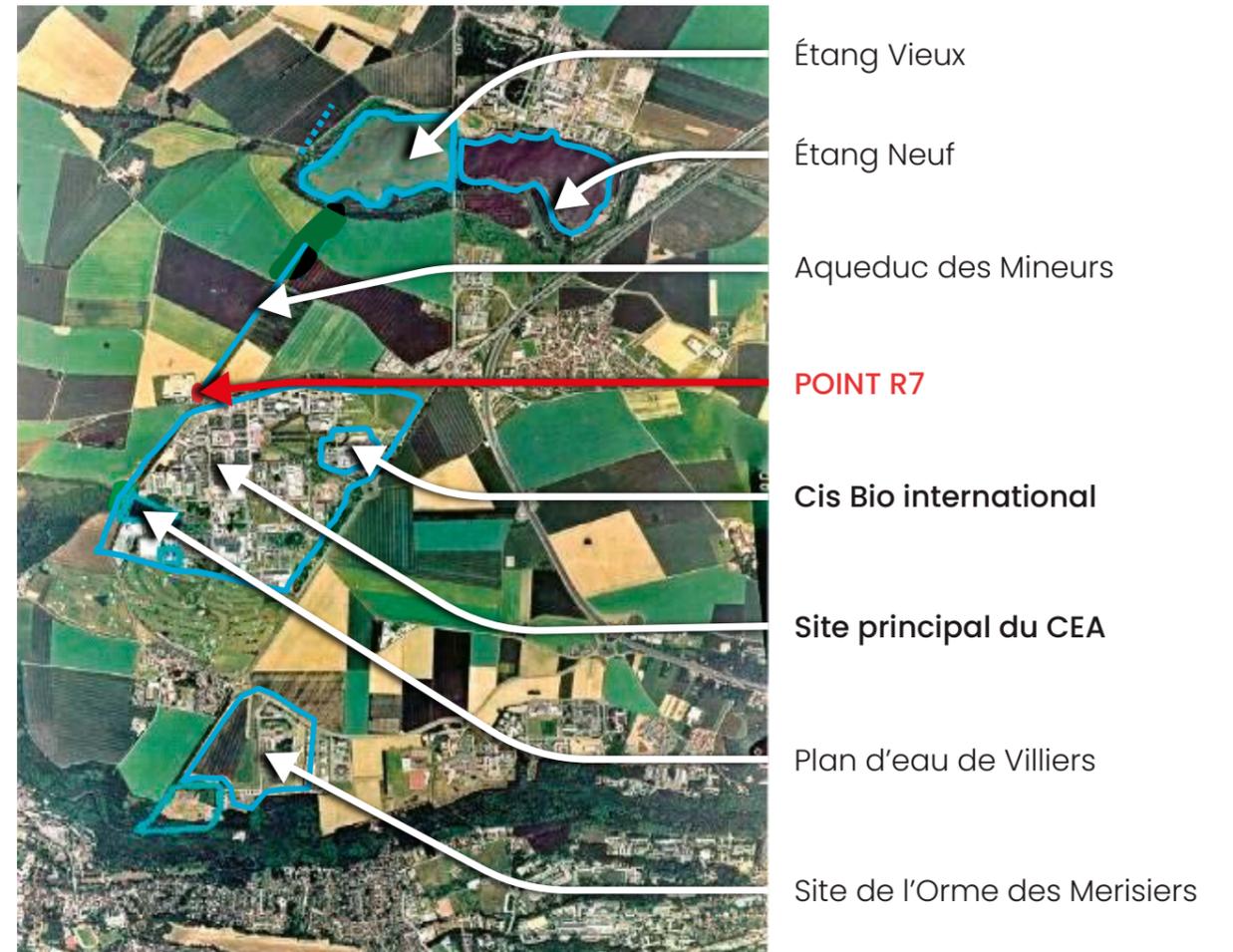


Figure 5: Vue aérienne du cheminement des effluents liquides vers l'extérieur du site de Saclay.

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

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 15 forages implantés sur le centre et en 12 forages extérieurs.

Nota: l'un des forages réglementaires s'est colmaté lors d'opération d'extraction de gaz des sols pour répondre à l'arrêté préfectoral n° 2013-PREF/DRCL/BEPAFI/SSPILL/389 du 9 août 2013 portant à 14 le nombre de piézomètres intra-site désormais surveillés.

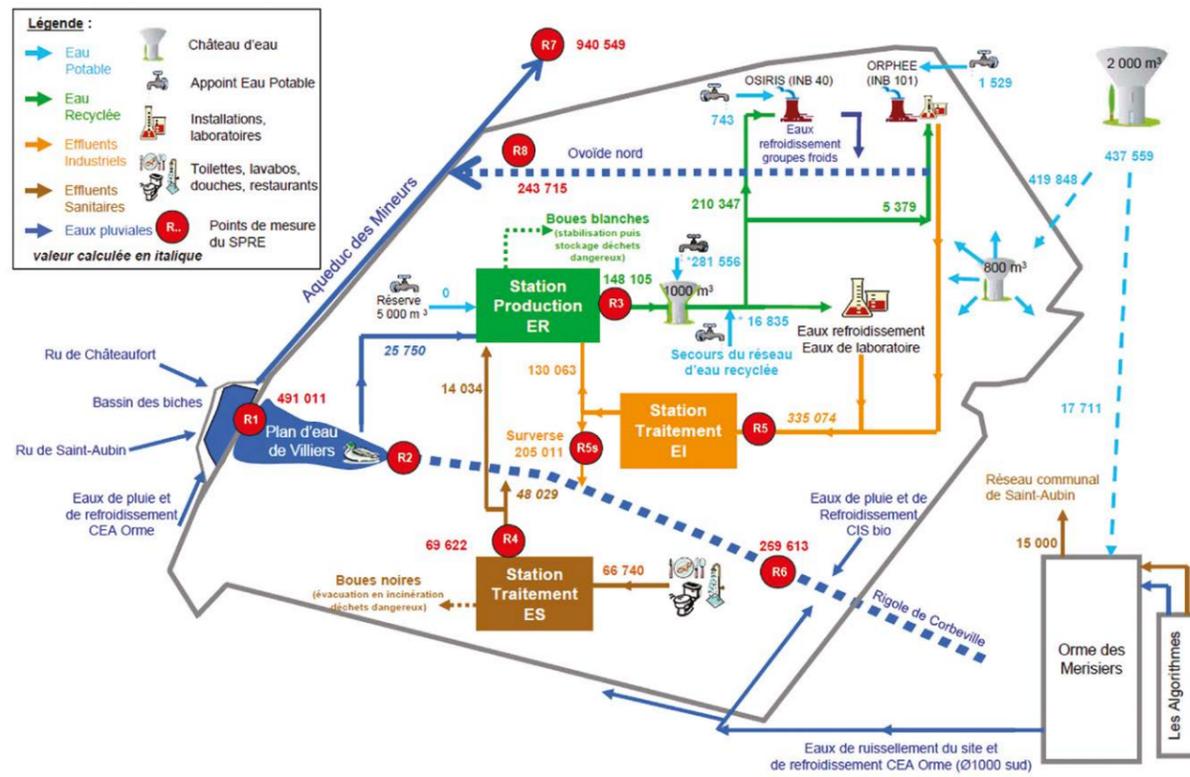


Figure 4: Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets du site CEA de Saclay (Volume exprimé en m³).

3

Le contrôle des rejets d'effluents du site

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

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

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

Rejets des effluents atmosphériques

Cadre réglementaire

Concernant les rejets de radionucléide par voie atmosphérique, le tableau 3 décline par installation concernée, la valeur des limites autorisées annuellement dans les effluents en gaz rares, tritium, carbone-14,

halogènes (isotopes de l'iode), et pour les autres émetteurs bêta-gamma.

Afin d'être alerté mensuellement 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 mensuelles (cf. tableau 4).

Trois INB du site de Saclay sont concernées par des valeurs limites d'autorisation (cf. tableau 5), soit pour une substance chimique spécifique, à savoir l'ammoniac (NH₃) ou l'ozone (O₃), soit pour la famille de composés chimiques que sont les composés organiques volatils (COV).

Prévisions des rejets atmosphériques des INB

Comme prévu par la « Décision environnement » en application de l'« Arrêté INB », chaque INB du site de Saclay fixe ses limites prévisionnelles de rejets. Pour l'année 2022, les prévisions de rejets radiologiques et chimiques par voie atmosphérique des INB concernées sont présentées respectivement dans les Tableaux 6 et 7.

Les opérations de démantèlement de l'INB 18 étant terminées, cette INB n'est donc plus susceptible de rejeter en 2022 des effluents radioactifs gazeux.

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

	Gaz rares	³ H	¹⁴ C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	-	10	-	-	0,0003
INB 35	-	1000	100	0,1	0,002
INB 40	10000	2000	20	0,5	0,010
INB 49	-	900	-	-	0,010
INB 50	20000	5000	-	0,1	0,010
INB 72	18000	2400	-	0,02	0,005
INB 101	30000	5000	10	0,02	0,003
ICPE Cel. 6 INB 49	-	100	-	0,015	0,001
ICPE Cel. 7 INB 49	5000	-	-	-	-
TOTAL INB	83000	16400	130	0,76	0,041
LNHB Lot 1	2000	20	-	0,0036	0,001
ex-EL3 Lot 13	-	7,7	-	-	-
SIMOPRO Lot 15	-	100	-	0,0002	-
ADEC Lot 16	-	150	2,76	0,01	0,035
DPC 391 Lot 19	2,5	-	-	0,0005	0,00023
DPC 450 Lot 20	-	-	-	0,0004	0,0008
SCBM Lot 23	-	65000	1900	0,022	0,18
LPS Lot 28	100	-	-	-	-
TOTAL ICPE	2100	66000	1900	0,035	0,23
TOTAL CEA Saclay INB + ICPE	85100	82400	2030	0,79	0,27

Nota: la limite de rejet en tritium pour l'INB 40 est portée à 10000 GBq si réalisation d'expériences productrices de ce radioélément.
Nota: la limite de rejet en tritium pour l'INB 101 est portée à 9000 GBq si traitement de l'eau lourde en provenance d'autres installations.
Nota: l'INB 77 n'a pas d'autorisation de rejet atmosphérique.

Tableau 4: Limites mensuelles autorisées en rejets atmosphériques (en GBq/an).

INB	Gaz rares	³ H	¹⁴ C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	-	2	-	-	0,00005
INB 35	-	200	20	0,02	0,0004
INB 40	2000	400	4	0,1	0,002
INB 49	-	200	-	-	0,002
INB 50	4000	1000	-	0,02	0,002
INB 72	3000	400	-	0,004	0,001
INB 101	5000	1000	2	0,004	0,0005
ICPE Cel.6 INB 49	-	21	-	0,003	0,0002
ICPE Cel.7 INB 49	1000	-	-	-	-
LNHB Lot 1	330	3,3	-	0,0006	0,000167
Ex-EL3 Lot 13	-	1,28	-	-	-
SIMOPRO Lot 15	-	-	-	-	-
ADEC LOT 16	-	25	0,46	0,0017	0,0058
DPC 391 Lot 19	0,42	-	-	0,0000833	0,0000383
DPC 450 Lot 20	-	-	-	0,0000667	0,000133
SCBM Lot 23	-	10800	317	0,00367	0,03
LPS Lot 28	16,7	-	-	-	-

Nota: la limite de rejet en tritium pour l'INB 40 est portée à 2000 GBq si réalisation d'expériences productrices de ce radioélément.
Nota: la limite de rejet en tritium pour l'INB 101 est portée à 1700 GBq si traitement de l'eau lourde en provenance d'autres installations.
Nota: l'INB 77 n'a pas d'autorisation de rejet atmosphérique.

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

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

Tableau 6: Limites prévisionnelles de rejets radiologiques (en GBq) des INB du site de Saclay pour 2022.

INB	18	35	40	49	50	72	101
Gaz rares	-	-	1000	-	2000	50	500
Tritium	0	100	50	30	150	300	1500
Carbone 14	-	20	0,5	0,4	-	0,2	1,5
Iodes	-	0,0002	0,0007	-	0,0007	0,0006	0,0004
Autres émetteurs β et γ	0	0,0002	0,001	0,0002	0,004	0,0002	0,0001

Le tableau 6 montre pour 2022, un prévisionnel de rejet en carbone-14 pour les INB 49 et 72 bien que les tableaux 3 et 4 précédents ne présentent pas de valeurs limites individuelles de rejet autorisé annuellement et mensuellement pour ces deux installations. Afin de régulariser cette situation, le 8 octobre 2021, le CEA a transmis une demande à l'ASN afin d'autoriser ces INB à rejeter du carbone 14, sans modifier les limites de rejet en carbone-14 autorisées pour l'ensemble du site CEA de Saclay.

Une augmentation des prévisions de rejet de tritium par l'INB 50 a été prévu en 2022 compte tenu de l'augmentation des activités dans la boîte à gants « gaz » de cette installation.

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

L'augmentation des prévisions de rejet d'ozone par l'INB 77 en 2022 s'explique par des perspectives importantes d'irradiation dans POSEIDON et dans VULCAIN.

Surveillance de la radioactivité des rejets atmosphériques

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

- Pour chaque catégorie de rejets sont mesurés et comptabilisés systématiquement les radionucléides constituant le spectre de référence de chaque installation; les spectres de référence des catégories de rejets gazeux des installations comprennent de 1 à 3 isotopes, le tritium et le carbone 14 sous forme de gaz étant par ailleurs eux-mêmes deux catégories distinctes;
- Même s'ils ne sont pas détectés, c'est-à-dire lorsque le résultat de la mesure est inférieur au seuil de décision

Tableau 7: Limites prévisionnelles de rejets chimiques (en kg) des INB du site de Saclay pour 2022.

INB	35	77
Ammoniac (kg)	20	-
Ozone (kg)	-	50

(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.

Nota: en mesure nucléaire, le seuil de décision est la valeur au-delà de laquelle il est possible de décider que l'activité mesurée est significative d'une présence avérée de radioactivité dans l'échantillon mesuré; le résultat est alors rendu sous la forme d'une activité exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière, à laquelle est associée une incertitude de mesure. Lorsque le résultat est inférieur à cette valeur de seuil de décision (également exprimée en becquerel ou en becquerel par quantité de matière), 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.

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.



STELLA, hublot de contrôle situé dans la station de traitement des effluents liquides actifs. © LZylberman / IRSN / CEA

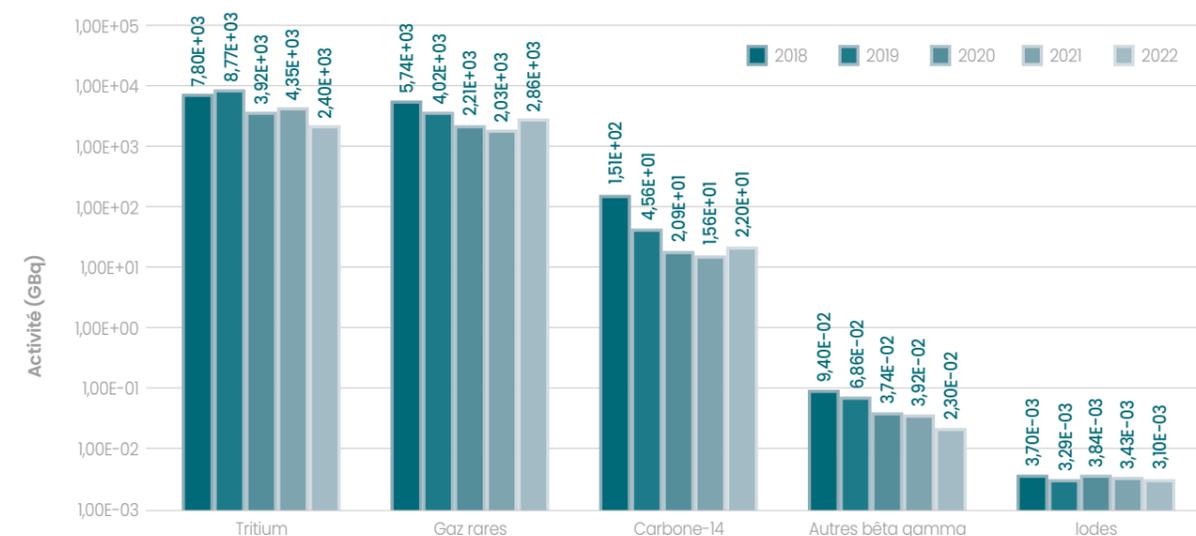
Tableau 8: Rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2022.

	Rejets gazeux 2022 (en GBq)				
	Gaz rares	³ H	¹⁴ C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35 - STELLA	-	51	6,6	0,00012	0,00012
INB 40 - Osiris	567	22	0,3	0,00039	0,00050
INB 49 - LHA	-	0,3	0,3	-	0,00008
INB 50 - LECI	2132	4,7	-	0,00060	0,00123
INB 72	41	90	0,2	0,00043	0,00013
INB 101 - Orphée	119	732	0,8	0,00029	0,00010
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,2	-	0,00015	0,00004
ICPE Cel. 7 INB 49	0,91	-	-	-	-
TOTAL INB	2860	900	8,13	0,0020	0,0022
ICPE - LNHB Lot 1	0,009	0,4	-	0,00033	0,00010
ICPE - ex-EL3 Lot 13	0,000	1,7	-	-	-
ICPE - Lot 15	0,000	0,4	-	0,00004	-
ICPE - ADEC Lot 16	0,000	21	0,5	0,00056	0,00036
ICPE - DPC Lot 19	0,188	-	-	0,00011	0,00003
ICPE - DPC Lot 20	0,000	-	-	0,00005	0,00004
ICPE - SCBM Lot 23	0,000	1446	13	0,00007	0,021
ICPE - LPS Lot 28	-	-	-	-	-
TOTAL ICPE (hors Cel. 6 et 7)	0,20	1470	13,46	0,0012	0,021
TOTAL site de Saclay	2860	2370	22	0,0031	0,023

Tableau 9: Part des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay en 2022 par rapport aux valeurs limites autorisées.

	Rejets gazeux 2022 (en %)				
	Gaz rares	³ H	¹⁴ C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 35 - STELLA	-	5,1%	6,6%	0,1%	6,2%
INB 40 - Osiris	5,7%	1,1%	1,3%	0,1%	5,0%
INB 49 - LHA	-	0,0%	-	-	0,8%
INB 50 - LECI	10,7%	0,1%	-	0,6%	12,3%
INB 72	0,2%	3,8%	-	2,1%	2,6%
INB 101 - Orphée	0,4%	15%	8,3%	1,4%	3,2%
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,2%	-	1,0%	4,5%
ICPE Cel. 7 INB 49	0,02%	-	-	-	-
TOTAL INB	3,4%	5,5%	6,3%	0,3%	5,4%
ICPE - LNHB Lot 1	0,0004%	1,9%	-	9%	10%
ICPE - ex-EL3 Lot 13	-	23%	-	-	-
ICPE - Lot 15	-	0,4%	-	20%	-
ICPE - ADEC Lot 16	-	14%	17%	5,6%	1,0%
ICPE - DPC Lot 19	7,5%	-	-	22%	14%
ICPE - DPC Lot 20	-	-	-	11%	5,6%
ICPE - SCBM Lot 23	-	2,2%	0,7%	0,3%	11%
ICPE - LPS Lot 28	-	-	-	-	-
TOTAL ICPE (hors Cel. 6 et 7)	0,0094%	2,2%	0,71%	3,3%	9%
% des autorisations totales du site CEA de Saclay	3,4%	2,9%	1,06%	0,40%	8,6%

Figure 6: Évolution des différentes catégories de rejets radiologiques atmosphériques des installations du site de Saclay depuis 2018.



Rejets radiologiques atmosphériques annuels comparés aux valeurs limites autorisées

Les tableaux 8 et 9 présentent les rejets comptabilisés pour 2022 en activité rejetée (GBq) et en pourcentage des limites 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 ses autorisations (cf. tableau 8 vs tableau 3).

Aucune limite de rejets atmosphériques, qu'elle soit pour le site ou par installation (Exception faite du cas particulier des rejets atmosphériques en carbone-14 des INB 49 et

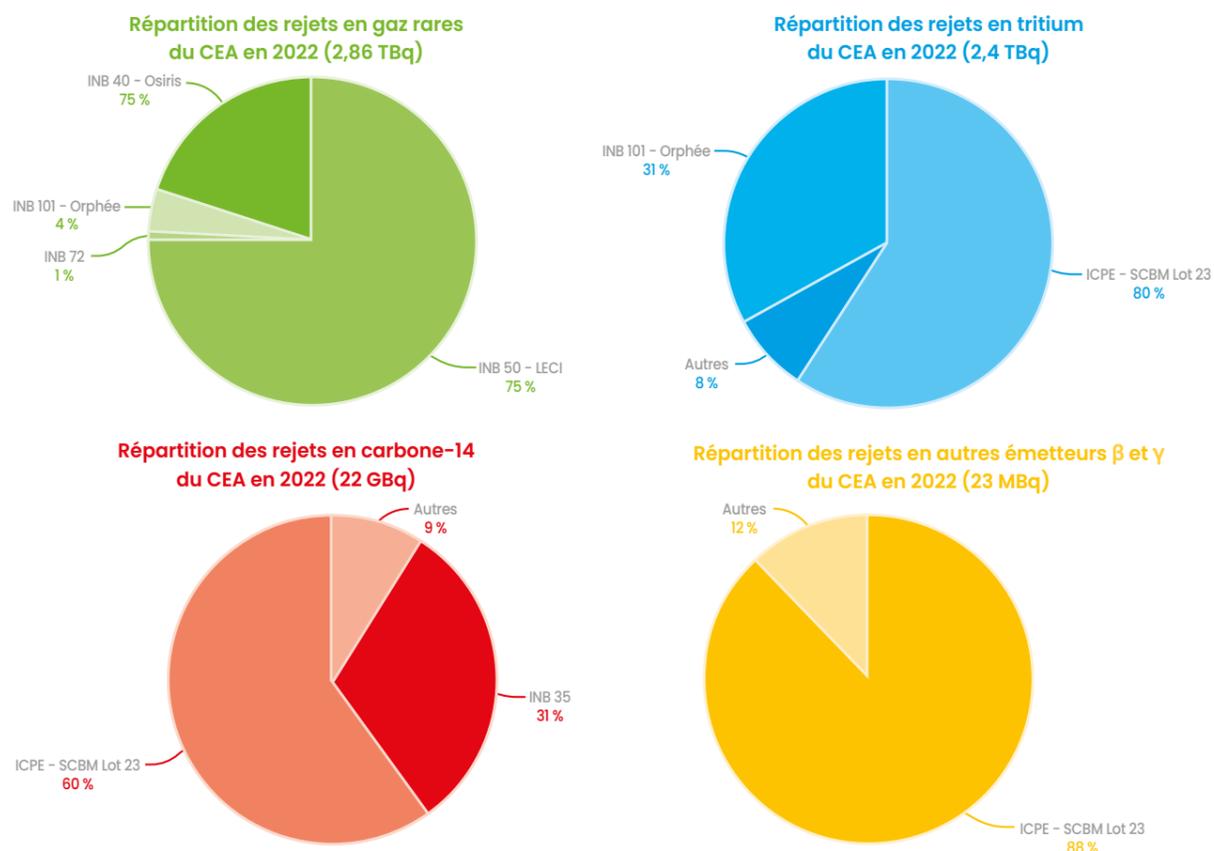
72), n'a été dépassée en 2022, aussi bien en autorisation annuelle que mensuelle.

La comptabilisation des rejets atmosphériques en gaz rare de l'INB 50 au 31 décembre 2022 montre un dépassement de 7 % par rapport à son prévisionnel annuel, à savoir 2132 GBq rejetés contre 2000 GBq prévu (cf. tableau 6 et 8 comparés).

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 de Saclay depuis 2018. Les activités des cinq catégories de rejets radiologiques du site de Saclay sont par ailleurs détaillées pour 2022 dans les figures de 7 à 9.

Figures 7: Répartition par installation en 2022, des activités en gaz rares, tritium, Carbone 14 et autres émetteurs bêta-gamma.



• Rejets en gaz rares

Le CEA comptabilise 2,86 TBq de gaz rares émis en 2022 (cf. tableau 8 et figure 6) ayant pour origine les INB 50, 40, 101 et 72 (cf. figure 7). Le principal gaz radioactif détecté avec quelques valeurs supérieures au SD, est le Krypton-85 (^{85}Kr , période de 10,7 ans) provenant du Laboratoire d'Études des Combustibles Irradiés (LECI – INB 50) et qui correspondant au bruit de fond ambiant présent dans l'installation et permettant de mesurer ces gaz (chambre différentielle). Comme le montre la figure 8, ce bruit de fond a doublé de juillet à décembre 2022 avec un pic en août 2022, ce qui explique le dépassement de la limite prévisonnelle en gaz rares fixée par l'INB 50 en début d'année 2022 (cf. 3.1.3.1) et l'augmentation globale d'un facteur 2 des rejets comptabilisés pour le site en 2022 par rapport à 2021 (2132 GBq en 2022 (cf. tableau 8) contre 1045 GBq en 2021).

L'installation n'a pas reçu, manipulé ou usiné de combustible frais en 2022 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.

De l'Argon-41 (^{41}Ar , période de 1,8 heure) et du Xénon-133 (^{133}Xe , période de 5,2 jours) provenant majoritairement du réacteur OSIRIS et dans une moindre mesure d'ORPHEE sont également mesurés ; cependant, ces mesures qui sont également le reflet du bruit de fond ambiant présents dans ces installations respectivement à l'arrêt depuis 2015 et 2019, sont de plus des cumuls de valeurs inférieures aux SD. A noter que les modifications faites par le CEA au niveau des équipements de mesure ont permis de réduire de 49 % ce bruit de fond ambiant par rapport à 2018.

Le seul rejet réel en gaz rares du site provient de l'INB 72 émettant du Radon-222 (^{222}Rn , période 3,8 jours) lié au stockage de Radium-226 (^{226}Ra , période 1600 ans).

• Rejets en tritium et en carbone-14

Le CEA comptabilise 2,4 TBq de tritium et 22 GBq de carbone 14 émis en 2022 (cf. tableau 8 et figure 6). Les rejets en tritium (^3H , période de 12,3 ans) et en carbone-14 (^{14}C , période 5730 ans) sont principalement attribuables aux recherches menées par le Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) ; en moindre mesure,

l'INB 101 Orphée contribue encore aux rejets tritium du site du fait de la présence d'un réservoir d'effluent tritié issu du procédé à l'arrêt du réacteur, et l'INB 35 aux rejets en carbone-14 (cf. figure 7). Ces rejets ont néanmoins fortement décru depuis 2018, puisque le tableau 8 montre une diminution de 70 % des rejets en tritium et de 85 % 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 en 2018 (cf. figure 9) (Source: Rapport environnemental de 2018).

• Activités en iodes

Le CEA comptabilise 3,1 MBq d'iodes émis en 2022 (cf. tableau 8 et figure 6). Cette activité est principalement liée à un cumul de SD mesurés pour l'iode-131 (^{131}I , période de 8 jours), en raison des tests réalisés afin de mesurer l'efficacité des pièges à iode dans les installations du site.

Nota: quelques mesures en Iode-125 (^{125}I , période de 59,9 jours) relevées supérieures au SD en Iode-125 ont comme

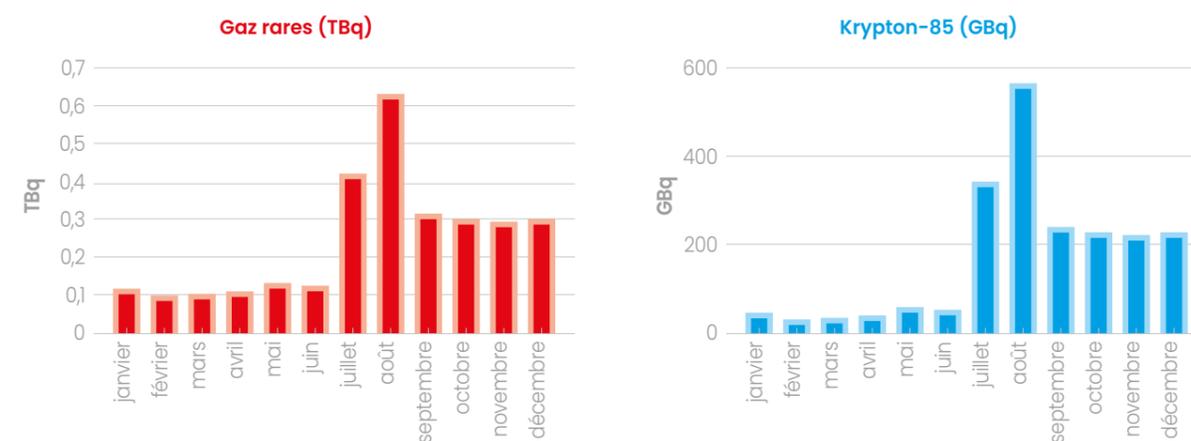
source SIMOPRO – LOT15 qui est un laboratoire effectuant des marquages de molécules organiques; le cumul de ces mesures est néanmoins très négligeable par rapport à celui de l'iode-131 mesuré en SD.

• Activités des autres émetteurs bêta-gamma

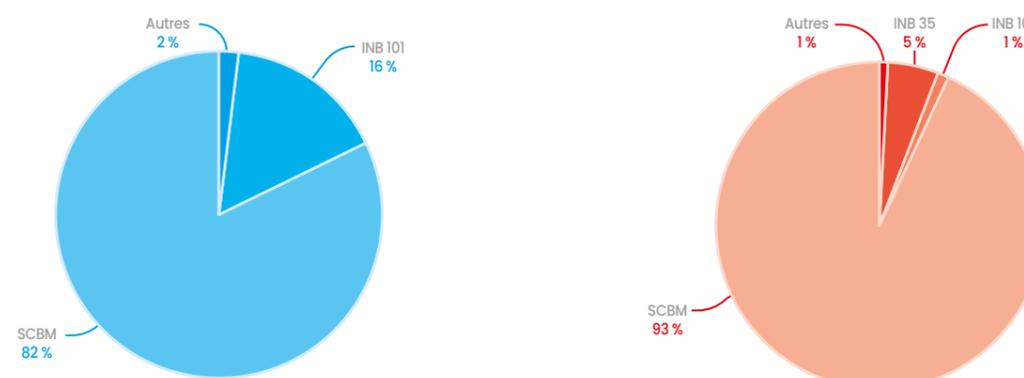
Le CEA comptabilise 23 MBq d'émission en émetteurs bêta-gamma pour 2022 (cf. tableau 8 et figure 6). Comme les années précédentes, cette activité a pour origine principale le SCBM (cf. figure 7). Cette activité est le résultat d'une somme en majorité de SD ou proches du seuil avec dans ce cas une incertitude importante, et mesurés pour des radionucléides qui ne sont pas des émetteurs artificiels.

En conclusion, les activités rejetées par le site CEA de Saclay sont globalement en baisse depuis 2018, exception faite des activités en iodes qui restent stables compte tenu de leur origine. Elles respectent les activités limites réglementaires autorisées annuellement.

Figures 8: Répartition mensuelle des activités 2022 du site de Saclay en gaz rares et en Krypton-85.



Figures 9: Répartition par installation des rejets en tritium et carbone 14 du site de Saclay en 2018 (Source: Rapport environnemental de 2018).



Surveillance physico-chimique des rejets atmosphériques

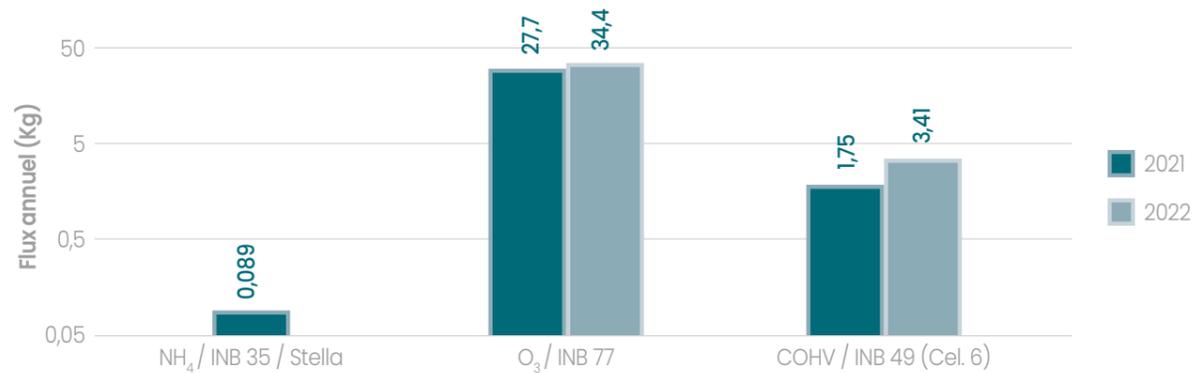
Bien que les installations utilisent des produits chimiques, les quantités mises en œuvre sont relativement faibles et concernent principalement les rejets liquides. En dehors des chaufferies du centre, seules trois INB sont réglementées pour leurs rejets gazeux non radioactifs (cf. tableau 5). La figure 10 présente pour chaque installation concernée, l'évolution depuis 2021 des rejets en NH_3 , O_3 et en COV. Le tableau 10 présente quant à lui les concentrations maximum rejetées pour ces substances lors de l'année 2022.

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 2022. Par conséquent, cette INB n'a pas eu de rejet en ammoniac au cours de cette année (cf. figure 11).

Tableau 10: Concentration maximum en chimiques évaluée dans les rejets des INB au cours de l'année 2022, au regard des concentrations limite réglementaires.

Concentration maximum (mg/m ³)	2022
NH_3 /INB35	-
O_3 /INB77/Poséidon	1,29
O_3 /INB77/Pagure	0,05
O_3 /INB77/Vulcain	1,69
COHV/ INB 49 (Cel. 6)	0,16

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



Pour l'INB 77, en 2022, la masse d'ozone (O_3) a été évalué à 34,4 kg, soit 11,4 % de l'autorisation (cf. figure 10 vs tableau 5). Les concentrations calculées de façon majorante pour les trois irradiateurs présentées dans le tableau 10 respectent la concentration limite réglementaire fixée à 24 mg/m³ (cf. tableau 5).

D'autre part, la quantité maximale rejetée dans l'atmosphère en 2022 par la cellule 6 (ICPE) de l'INB 49 est de 3,41 kg, ce qui correspond à 22 % de l'autorisation (cf. figure 10 vs tableau 5).

Nota: cette quantité est 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.

Les principaux produits concernés en 2022 sont l'Ultimacgold LLT, le Carbosorbe, l'éthanol, l'acétonitrile et le kérosène. La concentration moyennes majorante en sortie

de cheminée après filtration de 0,16mg/m³ (cf. tableau 10) respecte la concentration limite réglementaire fixée à 4 mg/m³ (cf. tableau 5).

En 2022 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.

Contrôle des légionnelles dans les tours aéroréfrigérantes

Le site de Saclay comprend actuellement 4 installations qui disposent de circuit primaire de type fermé refroidi par des tours aéroréfrigérantes (TAR). Ces installations font l'objet d'une surveillance du taux en légionnelles avec une périodicité qui dépend de leur statut. Comme présenté figure 11, il s'agit d'une installation dans le périmètre de l'INB 101 et de 3 ICPE au titre de la rubrique 2921.

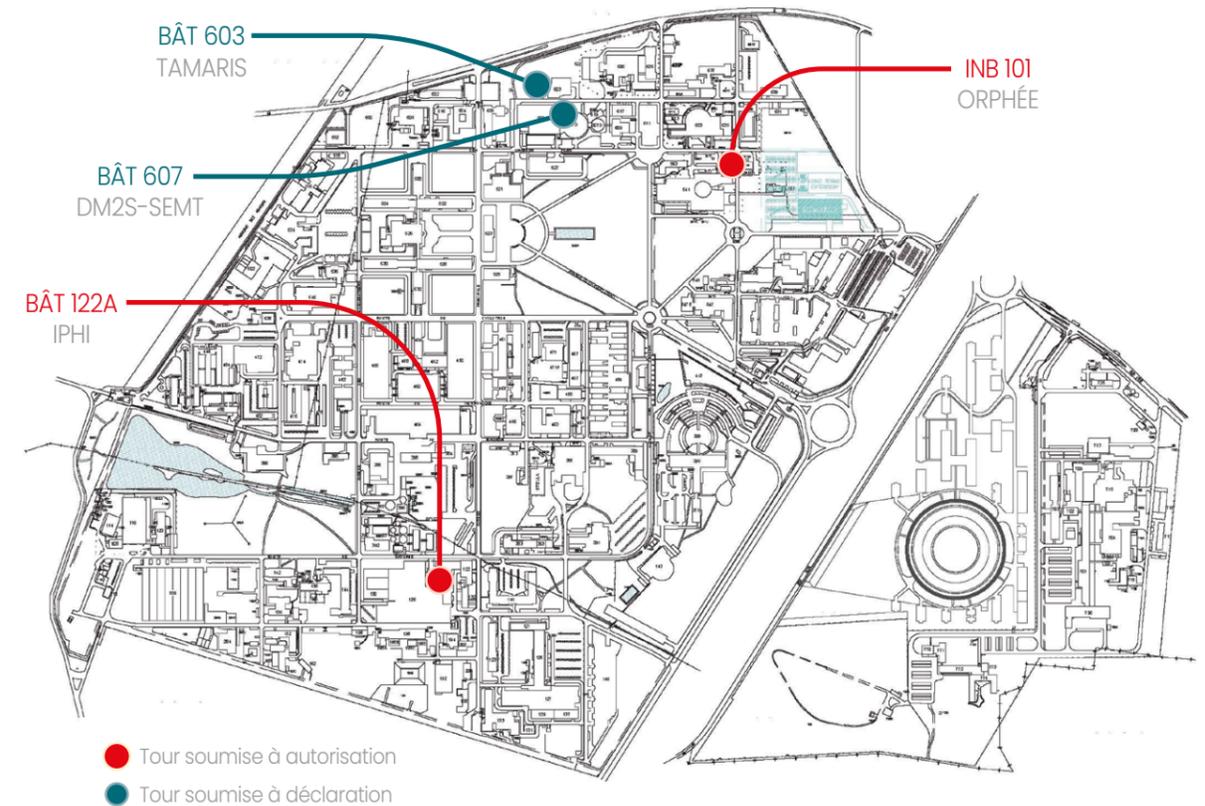


Figure 11: Implantation des tours aéroréfrigérantes sur le site de Saclay. La tour de l'INB 101 est aussi arrêtée depuis l'arrêt définitif du réacteur fin octobre 2019.

Tableau 11: Quantité de biocide utilisée en 2021 et 2022 par installations pourvues de TAR.

Biocide (Kg)	INB 101 (ORPHÉE)	ICPE Bât. 603 (TAMARIS)	ICPE Bât. 607 (Hall mécanique)	ICPE Bât. 122A (IPHI)	Total
2022	76	25	51	609,1	761,1

- 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 122 A (IPHI) 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 2022, pour les quatre installations du site, la mesure du taux de Legionella pneumophila 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 utilisées est suivie annuellement par installation (cf. tableau 11).

Comme le présente le tableau 11, la consommation totale de substances biocides utilisées en 2022 est de 761,1 Kg avec comme consommateur majoritaire l'ICPE du bât. 122 A du fait des missions du Département des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme.

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^{er} 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^{er} janvier au 3 mai 2022 puis du 7 novembre au 31 décembre 2022. Le tableau 12 présente le bilan des GES émis depuis 2018 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 2022. L'évolution des quantités de dioxyde de carbone (CO₂) émis à l'atmosphère depuis 2006 est en particulier présenté sur la figure 12.

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 2018 (cf. tableau 12) depuis 2018.

Concernant les émissions de CO₂ corrigée de l'IRC (Indice de rigueur climatique), après une période avec une décroissance perceptible, ces émissions restent stables depuis 10 ans autour d'une valeur annuelle moyenne d'émission de 12 000 Tonnes.

Figure 12: Évolution des émissions (en Tonnes) de dioxyde de carbone de 2006 à 2022.

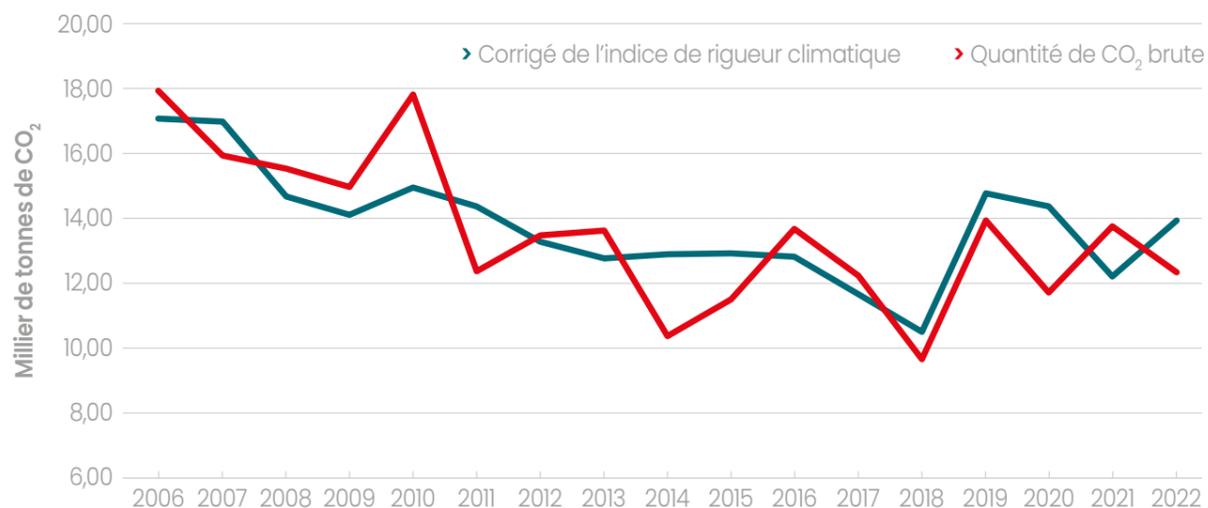


Tableau 12: Quantité (en Tonne) de GES émise depuis 2018 par le site de Saclay pour le chauffage des bâtiments.

Années	Protoxyde d'azote (N ₂ O)	Méthane (CH ₄)	Oxydes d'azote (NO _x)	Dioxyde de carbone (CO ₂)	Oxydes de soufre (SO _x)	Poussières totales
2018	0,52	0,84	12,84	12148	0,34	0,007
2019	0,61	0,97	14,67	13894	0,21	0,006
2020	0,51	0,81	12,31	11663	0,17	0,004
2021	0,60	0,95	14,47	13702	0,22	0,006
2022	0,53	0,85	12,80	12127	0,18	0,005

Rejets des effluents liquides

Cadre réglementaire

Valeurs limites réglementaires annuelles de rejet radiologique autorisé

Des limites annuelles radiologiques de rejets par voie liquide ainsi que des volumes de rejet sont fixés pour chaque INB du site CEA de Saclay par la Décision n° 2009-DC-156 de l'ASN du 15 septembre 2009. L'Arrêté préfectoral d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété fixe également des limites annuelles de rejet radiologiques par voie liquide pour chaque ICPE et pour l'effluent de sortie de centre au point R7 également soumis à une valeur limite volumique annuelle de de rejet (cf. tableau 13).

Contrairement aux rejets atmosphériques, les rejets liquides des installations CEA du site de Saclay ne sont soumis à aucune valeur limite réglementaire mensuelle. Par ailleurs, les installations du site de Saclay n'effectuant pas de rejet directs dans l'environnement (exception faite des eaux de refroidissement de l'INB 40) puisqu'elle transfèrent leurs effluents liquides vers les stations de traitement dédiées, elles ne sont donc pas concernées par l'établissement de valeurs limites radiologiques prévisionnelles au titre de la « Décision environnement » en application de « l'arrêté INB ».

Nota: la valeur limite prévisionnelle que se fixe l'INB 40 chaque début d'année, concerne le volume d'eau des circuits de refroidissement du réacteur susceptible d'être rejeté directement dans l'environnement via l'ovoïde nord/R8, en cours d'année. Ce volume a été fixé à 300 000 m³ pour 2022.

Tableau 13: 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	Émetteurs a	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	3,00E+01	5,00E+00	-	2,00E-01
INB 49	3,50E+03	1,00E+01	5,00E+01	2,00E+01	-	5,00E-01
INB 50	5,00E+02	1,00E+01	3,00E+01	5,00E-01	-	5,00E-01
INB 72	4,00E+02	1,00E+01	5,00E+00	1,00E+00	-	3,00E-01
INB 77	6,00E+02	1,00E+01	1,00E+01	-	-	2,00E+00
INB 101	3,00E+04	1,00E+01	2,00E+05	-	-	5,00E+00
TOTAL INB	4,43E+04	8,40E+00	2,41E+05	6,32E+02	1,00E+02	5,36E+02
ICPE - ADEC Lot 16	-	1,50E+00	1,00E+03	1,50E+01	-	2,30E+00
ICPE - DPC 450 Lot 20	-	1,20E-01	3,00E+00	5,00E-01	-	2,00E-01
ICPE - SCBM Lot 23	-	-	4,00E+03	1,00E+02	-	-
MIRABELLE Lot 32	-	3,00E-02	9,00E+01	2,50E-01	-	2,00E-02
TOTAL ICPE	-	1,65E+00	5,09E+03	1,16E+02	-	2,52E+00
Total site CEA Saclay	4,43E+04	1,01E+01	2,46E+05	7,47E+02	1,00E+02	5,39E+02
Sortie de site CEA Saclay (Point R7)	2,00E+06	2,00E+02	2,50E+05	2,00E+03		5,00E+02

Valeurs limites réglementaires de surveillance des réseaux

L'Arrêté préfectoral d'exploitation modifié et complété du 25 septembre 2009 fixe également des valeurs limites d'activité volumique et de concentration, respectivement pour les paramètres de radioactivité et physico-chimiques des effluents de trois réseaux (cf. figures 4 et 5) du site de Saclay :

- en R3, pour une surveillance de la qualité de l'eau recyclée produite, avec des mesures, quotidiennes ou hebdomadaires selon les paramètres à surveiller et en continu pour le pH et la température ;
- en R4, pour une surveillance de la qualité des eaux après traitement des effluents sanitaires, avec des mesures mensuelles de certains paramètres sur des échantillons prélevés sur 24 heures et en continu pour le pH et la température ;
- en R7, pour une surveillance de la qualité des eaux en sortie de centre avec des mesures en continu, quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles selon les paramètres règlementés ; cette surveillance du R7 est complétée par une surveillance semestrielle de la surverse du plan d'eau de Villiers en du R1 ;
- en R6, pour une surveillance de la qualité des eaux pluviales rejetées vers le plan d'eau de Villiers via le ru de Corbeville.

La décision ASN n° 2009-DC-0156 du 15 septembre 2009 fixe également des valeurs limites de concentration en paramètres physico-chimiques des effluents de deux réseaux (cf. figures 4 et 5) du site de Saclay :

- en R8, pour une surveillance de la qualité des eaux dans l'ovoïde nord, avec des mesures mensuelles sur un échantillonnage de 24 heures par temps sec ;
- en R5 amont, pour une surveillance des effluents industriels avant transfert vers la station d'épuration, avec des mesures mensuelles sur un échantillonnage de 24 heures.

Nota : Les points R5 aval (R5a) et R2 qui sont correspondent respectivement au déversement dans le ru de Corbeville des effluents industriels en sortie de la station de traitement dédiée, et à celui du ru de Corbeville dans le plan d'eau de Villiers, ne sont pas soumis à contrôle réglementaire, mais surveillé en interne CEA.

Les chapitres qui suivent sur le contrôle des rejets liquides ne présente que l'analyse des résultats de contrôle et de surveillance du point R7 qui est le point de convergence de l'ensemble des effluents du site vers le milieu récepteur environnemental (cf. figure 4). Les valeurs limites réglementaires radiologiques et physico-chimiques autorisées dans le réseau R7 sont directement présentées au regard de résultats de contrôle de l'année 2022 dans les tableaux du chapitre suivant sur le contrôle des rejets.

Tableau 14: Activités (en MBq) et volume (m³) des rejets liquides des installations du site de Saclay du CEA Paris-Saclay en 2022.

	Volumes rejetés	Émetteurs 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+0,2	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+000	5,00E+01	-	5,00E-01
INB 72	4,00E+02	1,00E-01	3,00E+02	1,00E+00	-	3,00E+00
INB 77	6,00E+02	1,00E-01	1,00E+01	-	-	2,00E+00
INB 101	3,00E+04	1,00E+00	4,00E+04	-	-	5,00E+00
TOTAL INB	4,43E+04	8,40E+00	2,41E+05	6,32E+02	1,00E+02	5,36E+02
ICPE - ADEC Lot 16	-	1,50E+00	1,00E+03	1,50E+01	-	2,30E+00
ICPE - DPC 450 Lot 20	-	1,20E-01	3,00E+00	5,00E-01	-	2,00E-01
ICPE - SCBM Lot 23	-	-	4,00E+03	1,00E+02	-	-
MIRABELLE Lot 32	-	3,00E-02	9,00E+01	2,50E-01	-	2,00E-02
TOTAL ICPE	-	1,65E+00	5,09E+03	1,16E+02	-	2,52E+00
Total CEA Saclay	4,43E+04	1,01E+01	2,64E+05	7,47E+02	1,00E+02	5,39E+02
Sortie de site CEA Saclay (Point R7)	2,00E+06	2,00E+02	2,50E+05	2,00E+03		5,00E+02

Contrôle de la radioactivité des rejets liquides

Comptabilisation annuelle dans les rejets liquides

Le site de Saclay du CEA Paris-Saclay est à l'origine de cinq catégories de rejet radiologique liquide: les émetteurs alpha, le tritium, le Carbone 14, les iodes et les autres émetteurs bêta/gamma. La mesure et la comptabilisation de ces rejets 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 liquides des installations comprennent de 1 à 3 isotopes en complément du tritium et du carbone 14 qui constituent à eux seuls 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, les radionucléides constituant les spectres de référence qui ont des résultats de mesure égaux aux SD 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 liquides est souvent non décelable. Les règles de mesure et de comptabilisation présentées ci-dessus conduisent donc à majorer la valeur des rejets réels.

Évaluation des rejets liquides des installations

Les tableaux 14 récapitulent par catégorie de rejet liquide, le cumul annuel 2022 des activités rejetées par bûchées par installation, et autorisées à être déversées dans le réseau des effluents industriels R5 si elles respectent les valeurs limites réglementaires du tableau 2. Le tableau 15 présente la part des activités rejetées en 2022 par installation par rapport au valeur limite annuelle autorisée (cf. tableau 13). La figure 13 présente par ailleurs les contributions respectives (exprimées en %) de ces différentes installations en matière de rejet.

Le tableau 14 montrent qu'en 2022, les réacteurs OSIRIS (INB 40) et ORPHEE (INB 101) respectivement à l'arrêt depuis 2015 et 2019, le LHA (INB 49) en démantèlement depuis 2008 ainsi que POSEIDON (INB 77) n'ont pas eu de rejet liquide via le réseau des effluents industriel/R5. Par contre l'INB 40 a utilisé 211092 m³ d'eau, principalement recyclée/R3 pour refroidir les locaux, qui ont été transférés directement dans l'ovoïde nord/R8 contre 300 000 m³

Tableau 15: Pourcentage des rejets liquides du site de Saclay en 2022 par rapport aux limites autorisées.

	Rejets liquides 2022 (en % des autorisations par installation)					
	Volume	Émetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	0%	-	0%	-	-	0%
INB 35	0,5%	0,004%	0,0001%	0,01%	0,01%	0,0%
INB 40	0,0%	0,000%	0,0000%	0,0%	-	0,0%
INB 49	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%
INB 50	2,4%	0,1%	10,0%	5%	-	4,2%
INB 72	2,1%	0,1%	0,2%	2,8%	-	0,6%
INB 77	0%	0,0%	0%	-	-	0,0%
TOTAL INB	0,08%	0,003%	0,0005%	0,015%	0,013%	0,020%
ICPE - ADEC Lot 16	-	0,0%	0,1%	0,7%	-	6%
ICPE - DPC 450 Lot 20	-	0,03%	0,9%	1,0%	-	1,7%
ICPE - SCBM Lot 23	-	-	0,4%	1,9%	-	-
I17 - F64	-	-	-	-	-	-
TOTAL ICPE	-	0,03%	0,6%	1,7%	-	6%
Total CEA Saclay	-	0,01%	0,014%	0,28%	-	0,05%

(4) Courrier CODEP-OLS-2022-016643 de l'ASN du 31 mars 2022 de suite d'inspection n° INSSN-OLS-2022-0758 sur le thème « Rejets et surveillance de l'environnement ».

(5) Courrier CEA/P-SAC/CCSIMN/2022/294 du 31 mai 2022 en réponse à la lettre de suite de l'inspection n° INSSN-OLS-2022-0758 du 10 mars 2022.

prévu initialement par l'INB (à comparer au 800 000 m³ autorisés par la Décision n° 2009-DC-156 de l'ASN du 15 septembre 2009). Les activités rejetées en émetteurs alpha qui correspondent à la somme des émetteurs artificiels (plutonium, américium) identifiés ou inférieurs aux SD, sont relativement faibles quelque-soit les installations. Comme représenté en figure 14, le principal contributeur en émetteur alpha et autres émetteurs bêta-gamma est l'ICPE ADEC (lot 16) et en moindre mesure l'INB 35. Le principal contributeur des rejets liquides en volumes, en tritium et en carbone 14 est l'ICPE SCBM (lot 23). La seule installation qui a rejeté des iodes en milieu liquide est l'INB 35.

Le tableau 15 présente des rejets liquides par installation qui sont bien en deçà des valeurs limites autorisées en termes de volume et d'activité. Par conséquent, toutes les installations ont respecté leurs autorisations individuelles en 2022.

• Cas particulier de l'installation n° 17

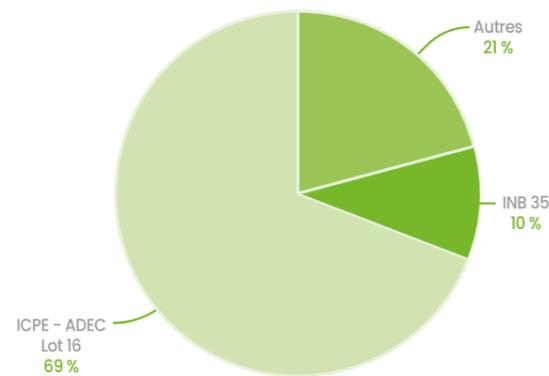
En raison de la teneur anormalement élevée en tritium du piézomètre F64 situé dans la zone centre du site de Saclay entre l'INB 35 et l'INB 49, l'ASN a demandé lors d'une inspection qui s'est déroulée le 10 mars 2022 sur le

thème « Rejets et surveillance de l'environnement », une gestion particulière des eaux de purges réalisées sur ce forage par l'installation n° 17 (SPRE) avant prélèvement pour surveillance environnementale. En réponse à cette demande, le CEA a mis en place une procédure⁵ qui consiste à transférer les volumes d'eau ainsi recueillis dans des transicuves en vue de rejet dans le réseau R5 des effluents industriels après autorisation suivant la procédure en place pour les rejets des cuves tampons des installations réglementées. Cependant, les volumes et activités transférés ne sont pas présentés dans les tableaux 14 et 15 en raison du statut administratif de l'installation n° 17 qui ne se réfère ni à une INB, ni à une ICPE, et qui n'a donc pas d'autorisation dans ce cadre. En 2022, l'installation n° 17 a ainsi rejeté un volume de 2 m³ avec une activité de 14,2 MBq en tritium et de 0,0084 MBq en Carbone-14, ainsi que de 0,0074 MBq en autres émetteurs bêta-gamma.

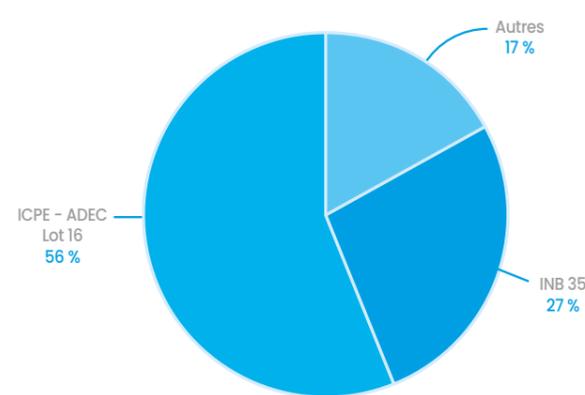
→ Le niveau d'activité en tritium rejeté par l'installation n° 17 en 2022 correspondant aux purges du piézomètre F64 est équivalent à celui de l'installation l'ICPE SCBM (lot 23), contributeur majoritaire en tritium (17,4 MBq) au regard des autorisations de rejet (cf. tableau 14 et figure 14).

Figure 13 : Répartition par installation des activités dans les rejets liquides (%).

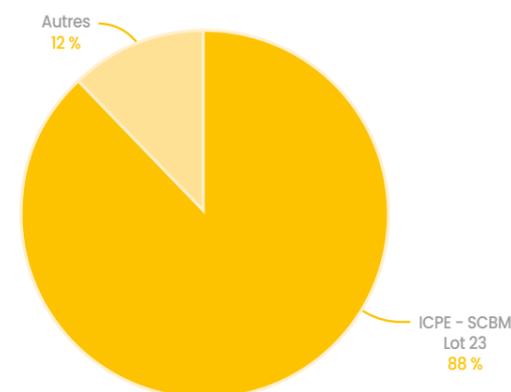
Répartition des rejets en émetteurs alpha en 2022.



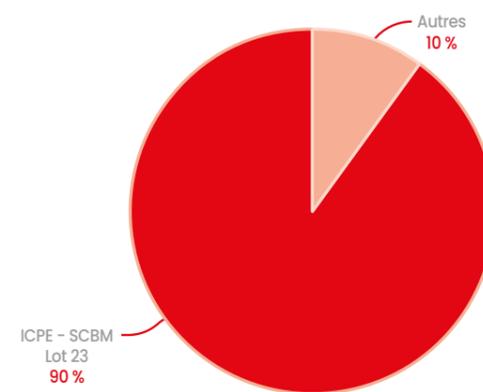
Répartition des rejets en autres émetteurs bêta et gamma en 2022.



Répartition des rejets en tritium en 2022.



Répartition des rejets en carbone 14 en 2022.



Évaluation des rejets liquides en sortie de site au point R7

Les activités des rejets radiologiques liquides du site de Saclay effectués en sortie de site (point R7) en 2022, ainsi que leur évolution depuis 2018 en terme d'activité et de volume sont respectivement présentés dans le tableau 16 et en figure 14, ainsi qu'en figure 15.

Nota: Les règles de comptabilisation des rejets radiologiques en matière de flux prennent en compte les valeurs supérieures au SD ou à défaut les valeurs supérieures à ce seuil lorsque les paramètres ne sont pas détectés.

En cohérence avec les rejets liquides par installation analysés précédemment par catégorie de rejets radiologiques (cf. Tableaux 14 et 15), le tableau 16 montre que les rejets en sortie de site sont également très inférieurs aux valeurs limites autorisées, ce qui est aussi le cas des volumes rejetés à l'environnement. En effet la figure 15 montre un volume rejeté de 941 000 m³ contre un volume autorisé au point R7 de 2 000 000 m³ (cf. tableau 13). Par conséquent, aucun dépassement de ces limites n'a été constaté en 2022. Il est par ailleurs à noter une baisse très importante de 41 % des volumes rejetés à l'environnement depuis 2018, liée à l'arrêt du dernier réacteur (ORPHEE/INB 101) en exploitation sur le site de Saclay en 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 14 vs figure 6). Le tritium est le principal radionucléide détecté dans les rejets liquides du site de Saclay (cf. tableau 14 et 16, et figure 14) avec en sortie de site au point R7, une activité de 8818 MBq en 2022; celle du Carbone-14 étant de 51 MBq.

→ Le cumul annuel annoncé en Carbone-14 (51 MBq) est très majorant par rapport à la somme des rejets par bâchées effectués par les installations du site (2,06 MBq – cf. Tableau 14) du fait des cumuls avec des valeurs inférieures ou proches des SD associés à de forts volumes de rejet.

→ Les rejets par bâchées des installations nucléaires en 2022 ont généré 19,8 MBq (cf. Tableau 14), à comparer aux 8818 MBq mesurés en sortie de site. L'écart provient principalement de l'eau potable (origine d'eau de Seine traitée) et des eaux pluviales faiblement marquées par les rejets gazeux du laboratoire des molécules marquées.

Figure 15 : Évolution depuis 2018, des volumes rejetés en sortie de site de Saclay (point R7).

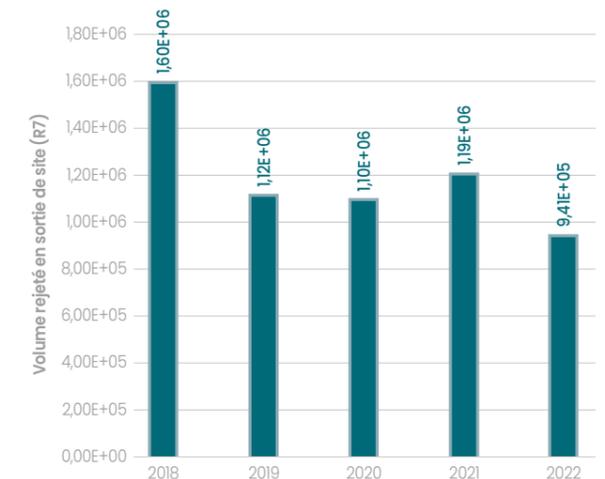


Figure 14 : Évolution des différentes catégories de rejet radiologiques liquides en sortie de site de Saclay (Point R7) depuis 2018.

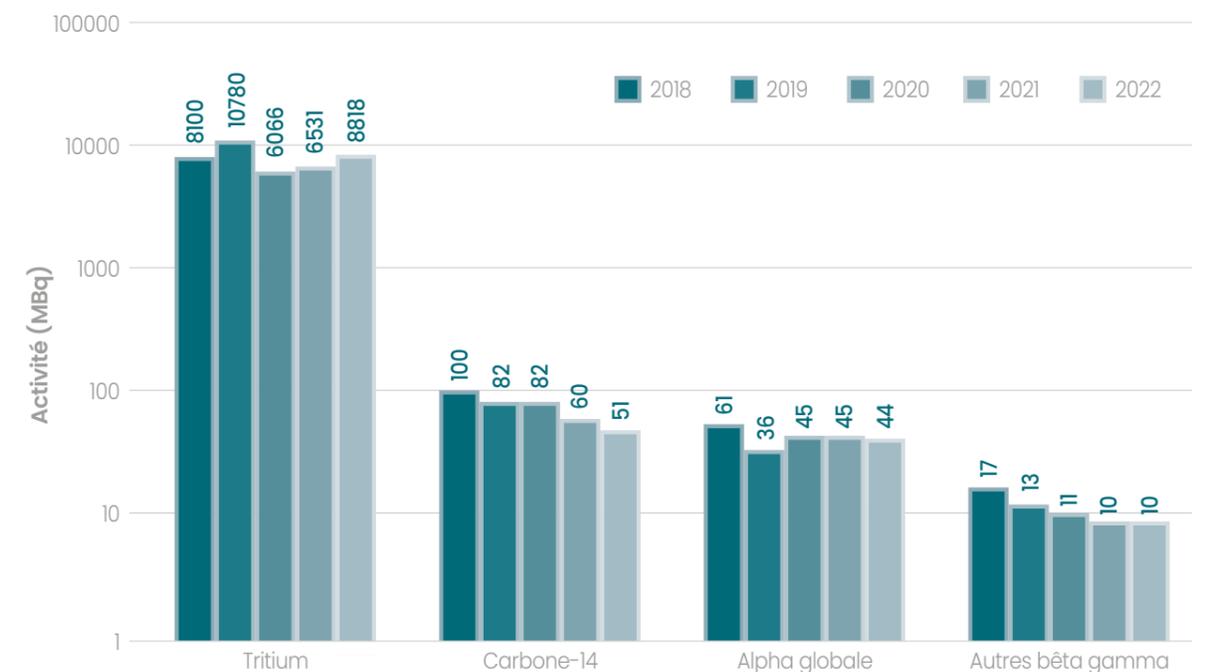


Tableau 16 : Activités des rejets liquides du site de Saclay 2022 en sortie de site comparés au valeur limite réglementaires de l'arrêté préfectoral (AP) d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété.

Flux en R7 (sortie de centre) – Paramètres radiologiques				
Paramètres	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral en MBq	Intervalles de flux mensue en MBq	Cumul annuel en MBq	Cumul annuel en % de l'AP
Tritium	250 000	129 - 1538	8 818	3,5%
Carbone 14	2 000	0,8 - 9,7	51	2,6%
Autres émetteurs β et γ (émetteurs γ + Strontium 90)	500	0,2 - 1,5	10	1,9%
Émetteurs α (activité alpha globale)	200	1,2 - 11,3	44	22,1%

Tableau 17 : Surveillance des activités radiologiques du réseaux R7 de sortie de site en 2022.

Concentrations en R7 (sortie de centre) – Paramètres radiologiques				
Paramètres	Limites de l'arrêté Préfectoral en Bq/l	Intervalles concentration en Bq/l	Types de suivi	
Tritium	500	<3,0 - 25	Journalier	
Carbone 14	8	<1,0 - <2,3	Journalier	
	-	<0,032 - 0,08	moyen mensuel	
Autres émetteurs β et γ	1	Activité β globale	<0,12 - 0,62	Journalier
		Émetteurs γ + Strontium 90	0,0041 - 0,023	moyen mensuel
Émetteurs α (activité alpha globale)	0,1	<0,016 - 0,10	Journalier	

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 (cf. figure 13) par les laboratoires qui réalisent des marquages de molécules organiques (ICPE – SCBM Lot 23). Si la baisse d'activité de ces laboratoires en termes de campagnes de marquage est moins visible sur la composante tritium des rejets liquides que sur les rejets atmosphériques (cf. figure 6), elle est bien présente sur la composant Carbone-14 avec une diminution de 49 % de cette activité dans les rejets de sortie de site depuis 2018.

• **Détail de l'activité des autres émetteurs bêta-gamma**
Les rejets liquides en autres émetteurs bêta-gamma (hors tritium et carbone 14) du site de Saclay restent aussi à des niveaux relativement faibles comparés aux rejets atmosphériques puisqu'ils sont 10 fois moins élevés (cf. figure 14 vs figure 6). En 2022, le site de Saclay comptabilise 10 MBq en autres émetteurs bêta-gamma dans le milieu récepteur liquide (cf. tableau 16 et figure 14).

Les radionucléides émetteurs bêta-gamma détectés dans les rejets liquides en sortie du site de Saclay (cf. figure 11) sont principalement le Césium-137 (137Cs, Période 30,2 ans) et en moindre mesure le Strontium-90 (90Sr, Période 29,14 ans), sachant que les rejets de cuve des installations CEA du site de Saclay ont montré des activités volumiques en autres émetteurs bêta gamma, toutes inférieures au SD, y compris pour les principaux contributeurs que sont l'ICPE - ADEC lot 16 et l'INB 35 (cf. figure 13). Par conséquent, en 2022, aucun rejet réel en autres émetteurs bêta-gamma n'a été effectué par les installations CEA du site de Saclay en milieu liquide.

→ La somme des rejets de radionucléides autres émetteurs bêta-gamma effectués par bâchées par les installations est de 0,248 MBq (cf. tableau 14), valeur à comparer à celle en sortie de site (10 MBq) qui est majorante non seulement par la prise en compte des SD, mais aussi des rejets de l'INB 29 exploités par Curium Pharma constitués entre autre d'europium 152, de Césium 137, de Cobalt 60, de thallium 202, de Strontium-90, qui sont aussi comptabilisés au point R7.

• **Détail de l'activité en émetteur alpha**

Pour les émetteurs alpha, l'activité alpha globale rejeté au milieu récepteur est de 44 MBq en 2022, est liée aux émetteurs naturels (principalement uranium et descendants du radon) et aux émetteurs artificiels éventuellement présents. Cette activité est relativement stable depuis 2018. Elle résulte des mesures journalières dont une grande partie est inférieure ou proche du SD avec des incertitudes importantes, avec comme principaux effluents contributeurs, ceux de l'ICPE - ADEC lot 16 et l'INB 35 (cf. figure 13).

→ Le cumul annuel annoncé en émetteur alpha (44 MBq) est également très majorant par rapport à la somme des rejets par bâchées effectués par les installations du site (0,000829 MBq – cf. Tableau 14) du fait des cumuls avec des valeurs inférieures ou proches des SD associés à de forts volumes de rejet.

→ Des mesures annuelles effectuées à très bas niveau sur « grand volume » depuis 2001 sur le R7 montrent que la contribution des émetteurs artificiels Plutonium et Américium est très faible (< 1 %).

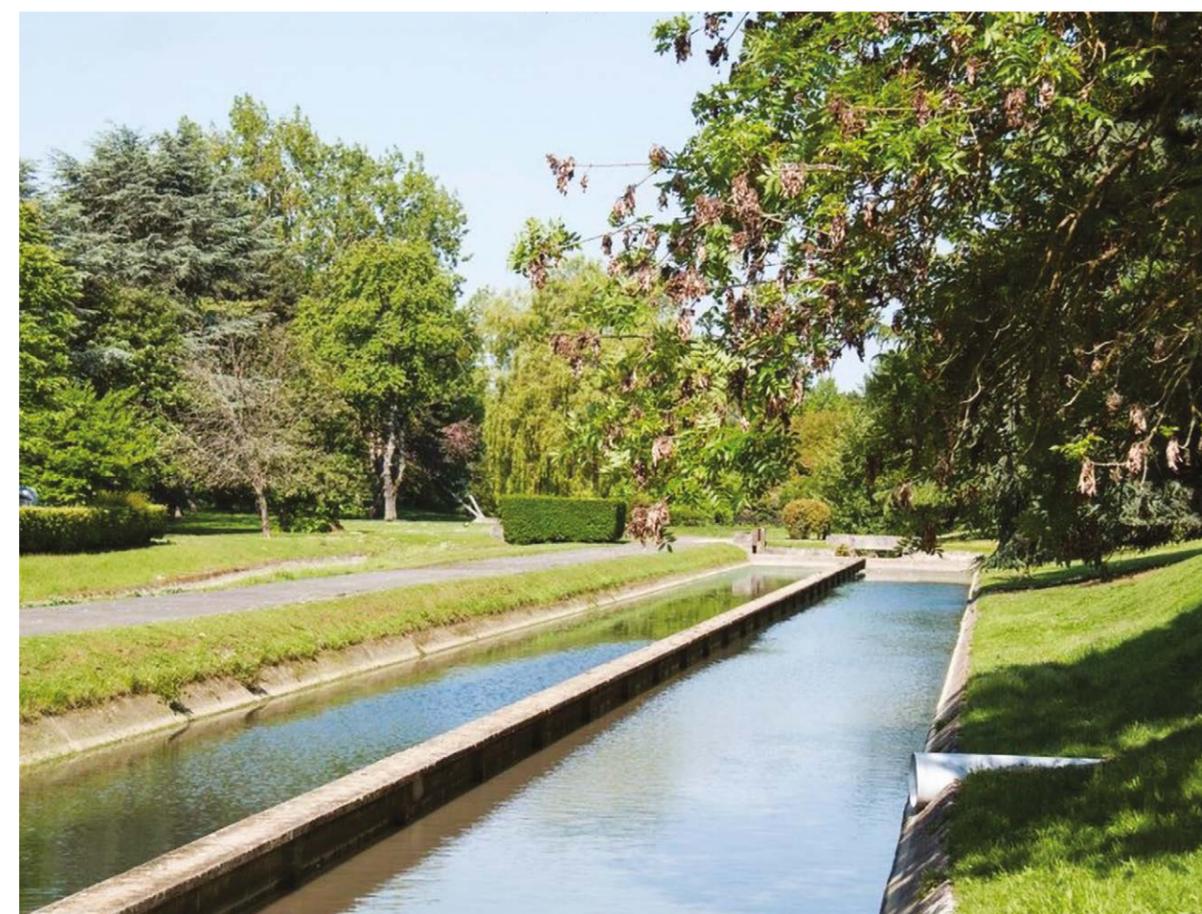
Surveillance des rejets liquides en sortie de site au point R7

Le tableau 17 présente récapitule les plages de concentration des paramètres radiologiques mesurés dans le réseau R7 au regard des valeurs limites réglementaires de l'arrêté préfectoral d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété.

Le site de Saclay du CEA Paris-Saclay a respecté en 2022 les valeurs limites réglementaires radiologiques qui lui sont imposées dans le cadre du déversement de ses effluents vers le milieu récepteur environnemental.

Contrôle des paramètres physico-chimiques des rejets liquides

L'arrêté préfectoral d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété fixent des valeurs limites de concentration et de flux en sortie de site au point R7 pour plus de 30 paramètres physico-chimiques. Les résultats de mesures obtenus en terme de concentration et de flux en 2022 pour ces paramètres sont présentés dans le tableau 18 au regard des valeurs limites réglementaires. Ces résultats sont issus de prélèvements ponctuels mensuels.



Rigole de Corbeville en amont du plan d'eau de Villiers Crédits E. Guerre CEA

Tableau 18 : Concentrations et flux mesurés en R7 pour l'année 2022.

Concentrations en R7					Flux en R7					
Paramètres physico-chimiques					Paramètres physico-chimiques					
Paramètres	Unité	Limites de l'arrêté préfectoral	Valeur ou concentration maximale	Valeur ou concentration annuelle moyenne	Paramètres	Unité	Limites mensuelles de l'arrêté Préfectoral en kg	Flux mensuel maxima en kg	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral en kg/an	Flux annuel en kg
Température*	°C	30	25,5	14,8						
pH*		5,5 à 8,5	8,9	8,0						
Conductivité*	µS/cm	-	1159	645						
M.E.S**	mg/l	30	44	19	M.E.S**	en kg	1800	3151	10 600	16 820
DBO ₅	mg/l	20	< 10,0	< 10,0	DBO ₅	en kg	2 000	< 1746	10 000	< 9 405
DCO**	mg/l	100	40	21	DCO**	en kg	5 350	2862	32 000	20 450
Cyanures	mg/l	0,05	< 0,010	< 0,010	Cyanures	en kg	4	< 1,8	25	< 9,4
Bromures	mg/l	10	0,53	0,26	Bromures	en kg	-	26	-	196
Chlorures	mg/l	250	130	63	Chlorures	en kg	-	12 021	-	51 161
Fluorures	mg/l	1,5	0,43	0,28	Fluorures	en kg	-	46	-	273
Sulfates	mg/l	250	110	63	Sulfates	en kg	-	13 493	-	57 568
Ammonium	mg/l	0,5	2,4	0,59	Ammonium	en kg	24	130	140	417
Nitrates*	mg/l	75	21	12	Nitrates*	en kg	14 000	3 666	84 000	12 271
Nitrites	mg/l	0,5	0,48	0,19	Nitrites	en kg	57	21	340	141
Azote total	mg/l	30	6,4	4,0	Azote total	en kg	6 000	925	36 000	3 853
Phosphore total	mg/l	2	0,43	0,24	Phosphore total	en kg	100	30	600	199
Aluminium	mg/l	0,4	0,82	0,18	Aluminium	en kg	140	143	800	241
Arsenic	mg/l	0,005	0,001	0,00068	Arsenic	en kg	0,4	0,17	2	0,64
Béryllium	mg/l	0,002	< 0,00010	< 0,00010	Béryllium	en kg	0,2	< 0,017	1	< 0,09
Bore	mg/l	0,12	0,050	0,035	Bore	en kg	16	5,3	80	32
Cadmium	mg/l	0,005	0,00010	0,00010	Cadmium	en kg	0,6	0,018	3,5	0,09
Chrome	mg/l	0,005	0,0017	0,0011	Chrome	en kg	0,4	0,30	2	1,1
Cuivre	mg/l	0,1	0,0072	0,0050	Cuivre	en kg	5	0,91	30	4,6
Étain	mg/l	0,02	< 0,0010	< 0,0010	Étain	en kg	4	< 0,17	20	< 0,94
Fer	mg/l	1	0,51	0,087	Fer	en kg	50	89	300	122
Manganèse	mg/l	0,2	0,16	0,021	Manganèse	en kg	5	6,2	30	13
Mercure	mg/l	0,005	< 0,00005	< 0,00005	Mercure	en kg	0,2	< 0,009	1	< 0,047
Nickel	mg/l	0,02	0,0027	0,0015	Nickel	en kg	2,5	0,33	15	1,3
Plomb	mg/l	0,02	0,0027	0,0009	Plomb	en kg	2,5	0,46	15	1,0
Zinc	mg/l	2	0,031	0,014	Zinc	en kg	140	1,7	800	11
AOX	mg/l	0,7	0,55	0,089	AOX	en kg	-	67	-	99
Phénols	mg/l	0,5	< 0,010	< 0,010	Phénols	en kg	-	< 1,7	-	< 9,4
Hydrocarbures	mg/l	0,5	< 0,10	< 0,10	Hydrocarbures	en kg	-	< 17	-	< 94

* 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.

Les règles de comptabilisation des rejets chimiques en matière de flux prennent en compte les valeurs supérieures à la limite de quantification (LQ) ou à défaut les LQ/2 lorsque les résultats de mesure sont inférieurs à ces valeurs.

Pour les rejets de substances chimiques, les eaux du collecteur général R7 (Aqueduc des mineurs) satisfont globalement aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 25/09/2009 à l'exception de quelques dépassements pour les paramètres suivants:

- **pH**: 24 dépassements journaliers de la limite de 8,5 (8,9 au maximum) en lien avec un phénomène d'eutrophisation dans l'étang de Villiers;
- **M.E.S. (Matières en suspension)**: 9 dépassements hebdomadaires de la concentration (avec un maximum de 44 mg/l pour une limite de 30 mg/l), 3 dépassements des flux mensuels de MES (3,15 T/mois au maximum pour une limite de 1,8 T/mois) et dépassement du flux annuel (16,8 T/an pour une limite de 10,6 T/an) en raison

d'événements pluvieux et donc d'importants volumes d'eau véhiculés par l'Aqueduc des mineurs;

- **Ammonium**: 5 dépassements de la concentration maximale (2,4 mg/l au maximum pour 0,5 mg/l), 7 dépassements des limites en flux mensuels et annuel (140 kg/mois pour une limite à 24 kg/mois et 417 kg/an pour une limite à 140 kg/an) en lien d'une part avec les volumes très importants véhiculés par l'Aqueduc des mineurs et d'autre part avec un désordre dans les réseaux pour lequel des travaux de rénovation se poursuivent
- **Traces métalliques**: 1 dépassement de la concentration maximale autorisée en Al (0,82 mg/l pour une limite de 0,40 mg/l), 3 dépassements des flux mensuels en Fe autorisé (+78 %) en Mn autorisé (+ 24 %) et en Al (+ 2 %) sur la base d'un échantillon moyen journalier. Ces dépassements sont liés à la présence ponctuelle de ces éléments chimiques dans l'étang de Villiers sur le site de Saclay qui se déverse vers le point R7 à des débits mesurés parfois importants.

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.



-  **Eaux de surface**
continus, hebdomadaires et mensuels
-  **Eaux de pluie**
hebdomadaires et mensuels
-  **Fruits et légumes**
mensuels
-  **Lait**
mensuels
-  **Eaux souterraines**
mensuels à annuels
-  **Air**
continus
-  **Herbes**
mensuels

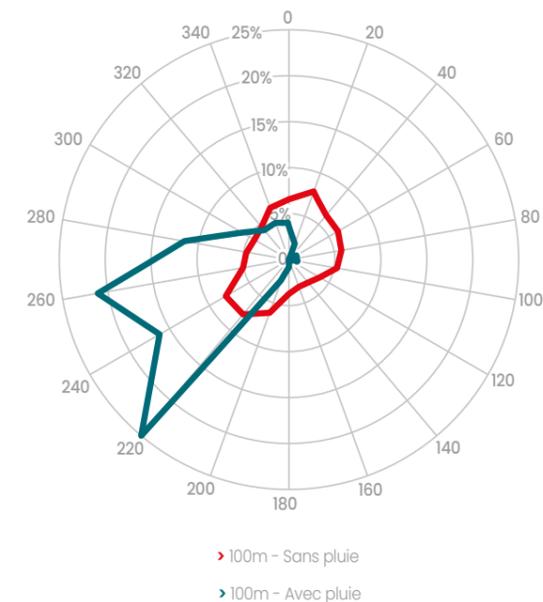
Figure 16: Les lieux et fréquences des prélèvements.

La surveillance météorologique

Depuis 1958, le CEA Saclay est doté d'une station météorologique fournissant en permanence les paramètres nécessaires à la surveillance environnementale. La connaissance en temps réel des principaux paramètres météorologiques (direction et vitesse du vent, stabilité de l'atmosphère...) est, depuis 1983 (Règles Fondamentales de Sûreté du 12 août 1983), une obligation réglementaire liée à la présence sur le site d'installations nucléaires de base. La connaissance des paramètres météorologiques permet en effet notamment de prévoir les conséquences dans l'environnement en cas d'accident. L'acquisition des données météorologiques locales permet également de disposer des statistiques météorologiques permettant de calculer les impacts des rejets atmosphériques associés au fonctionnement normal des installations.

Cette station fait partie du réseau d'observation de Météo France du centre météorologique départemental de l'Essonne. La figure ci-dessous présente la rose des vents de l'année 2022. Elle met en évidence des vents dominants provenant du secteur Sud-Ouest (200°-260°).

Figure 17: Rose des vents 2022 toutes vitesses confondues en fonction du type de temps (avec ou sans pluie)



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

► La surveillance atmosphérique

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 (^3H 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 2022, 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 Bq/m³.

Seule la mesure de la dernière période de l'année 2022 est significative à la station de Villiers avec une valeur en HT à 0,33 Bq/m³. 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 Bq/m³.

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 2022, les mesures du ^{14}C sous forme CO₂ sont comprises entre 0,0028 et 0,073 Bq/m³.

Les iodes, dont le principal isotope radioactif est l'iode 131, sont surveillés au niveau des 4 stations. Une surveillance est assurée par des prélèvements en continu avec un débit d'aspiration de l'ordre de 3 m³/h à travers une cartouche contenant du charbon actif piégeant les iodes. Ces cartouches, changées périodiquement, sont ensuite mesurées en différé par spectrométrie gamma. En 2022, tous les résultats de mesures d'iode sont restés inférieurs aux seuils de décision, compris entre 0,2 et 0,7 mBq/m³ (millièmes de Bq/m³).

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 Nm³/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.

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

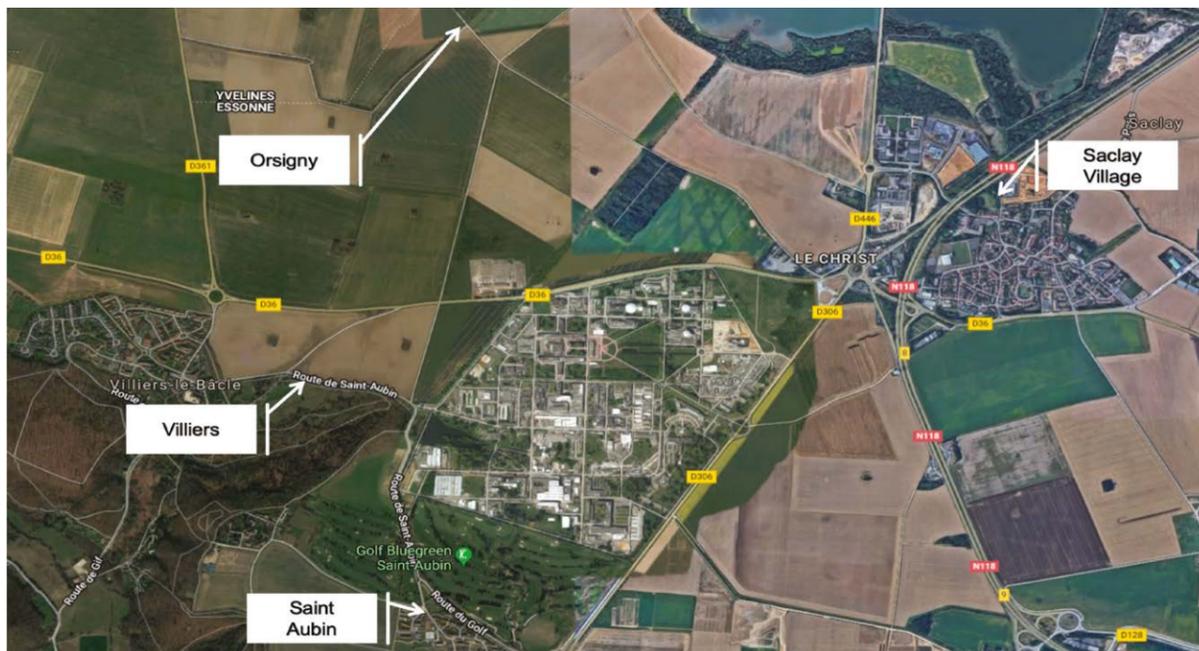


Figure 18 : localisations des stations de surveillance atmosphériques

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

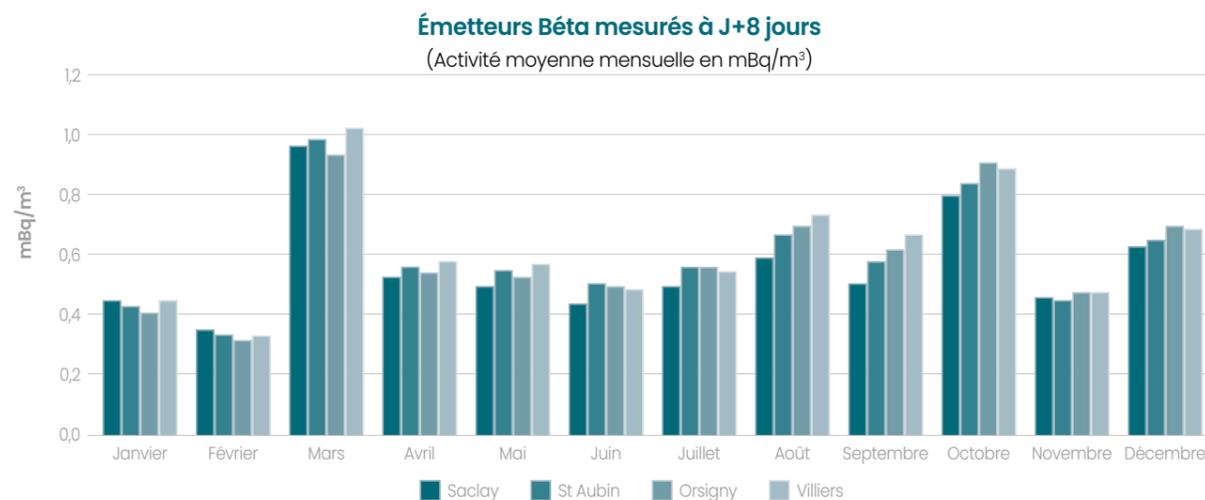
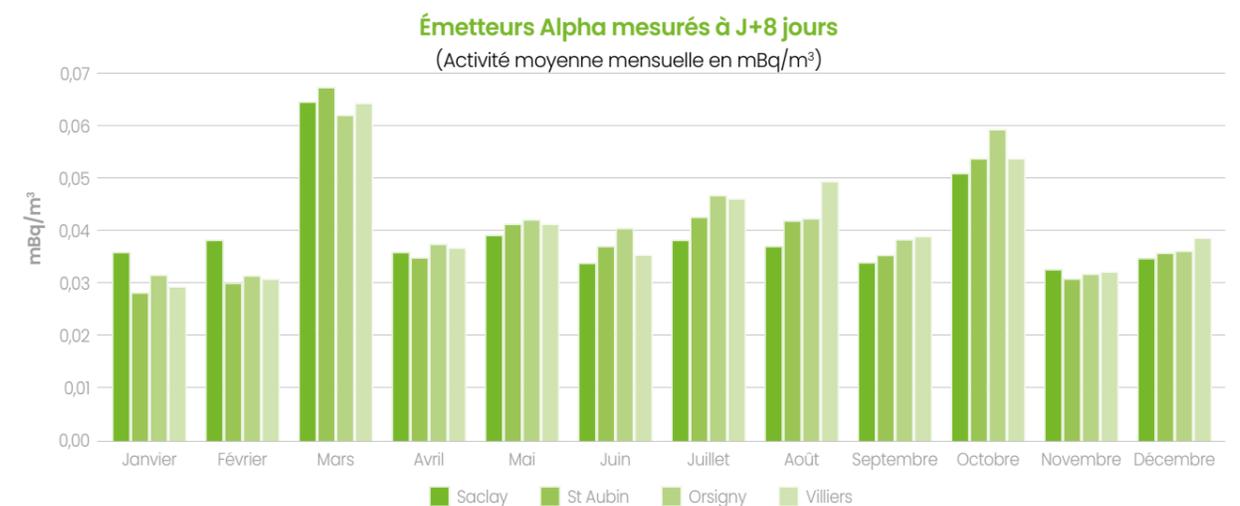


Figure 19 : Évolution de l'activité moyenne mensuelle alpha mesurée au niveau des 4 stations.



Les locaux du SPRE sont situés dans un ancien château d'eau. Crédits E. Autin CEA

► 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 2022, le cumul annuel des eaux de pluie s'est élevé à 595 mm (-20% par rapport à 2021). Les activités tritium des précipitations à Saclay et Saint-Aubin sont pour 98% des valeurs inférieures à 5 Bq/L avec des variations comprises entre < 2,0 et 6,8 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 5,5 Bq/L (max: 21 Bq/L en mars). 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.

Tableau 19: moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2022.

	SACLAY	SAINT-AUBIN	CENTRE CEA
Activité volumique moyenne (en Bq/L)	3,2	3,4	5,5
Activité volumique maximale (en Bq/L)	4,3	6,8	21

► 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.

Tableau 20: Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2022 (en Bq/kg sec).

Stations	Dates de prélèvement	Potassium 40	Uranium 238 (Th-234)	Radium 226	Plomb 210	Actinium 228	Césium 137
Saclay	1-juin	310 ± 18 %	23 ± 30 %	31 ± 33 %	32 ± 25 %	27 ± 22 %	1,6 ± 29 %
Saint-Aubin	11-juil.	360 ± 18 %	27 ± 28 %	55 ± 24 %	43 ± 23 %	32 ± 21 %	1,1 ± 39 %
Villiers-le-Bâcle	1-juin	280 ± 18 %	33 ± 26 %	31 ± 33 %	39 ± 23 %	32 ± 21 %	1,9 ± 26 %
Orsigny	1-juin	400 ± 18 %	32 ± 27 %	43 ± 32 %	40 ± 25 %	41 ± 21 %	2,5 ± 25 %

Tableau 21: Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du CEA Saclay en 2022 (en Bq/kg frais).

	SACLAY	SAINT-AUBIN	VILLERS-LE-BÂCLE	ORSIGNY
Potassium 40 (en Bq/kg frais)	130 à 290	130 à 290	130 à 240	140 à 400
Tritium libre (en Bq/kg frais)	< 2,0 à 5,5	< 1,7 à 3,1	< 1,8 à 4,0	< 1,2 à 2,7

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: 310 à 400 Bq/kg sec pour le potassium 40, 23 à 55 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 (entre 1,1 et 2,5 Bq/kg sec) ; 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.

► 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 220 Bq/kg frais (fluctuations entre 130 et 400 Bq/kg frais).

Du tritium peut être détecté (15 % des mesures) avec des concentrations comprises entre < 2,0 et 5,5 Bq/kg frais, dépendant des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie. Dans 87% des cas, les mesures sont inférieures à 3 Bq/kg frais. Des valeurs de 4,7 et 5,5 Bq/kg frais ont été détectées sur des prélèvements d'herbe réalisés en mai et novembre. Les mesures de tritium lié (TOL: tritium organiquement lié) sont toujours inférieures au seuil de décision (13 Bq/kg frais). Les mesures du carbone 14 lié (270 à 320 Bq/kg C) sont légèrement supérieures au niveau du ¹⁴C naturel (220-230 Bq/kg C).

► Les fruits et légumes 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 73 et 150 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 < 2,9 et 9,0 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 juillet sur un échantillon de courgettes, sont inférieures au seuil de décision pour le TOL (< 1,5 Bq/kg frais) et pour le ¹⁴C lié légèrement supérieur (250 Bq/kg C) au niveau du ¹⁴C naturel (220-230 Bq/kg C).

► Le lait

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

Le seul élément radioactif mesuré systématiquement est le potassium 40 d'origine naturelle avec une activité comprise entre 49 et 54 Bq/L. Seules quelques traces de tritium libre (5,8 à 16 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 ¹⁴C lié en accord avec les fluctuations du niveau naturel (220-240 Bq/kg C).

Tableau 20: Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2022 (en Bq/kg sec).

FRUITS & LÉGUMES en Bq/kg frais					
MOIS	Lieu	Type	Potassium 40	Tritium libre	Césium 137
Avril	Viltain	Poireaux	76 ± 28 %	3,4 ± 96 %	< 0,059
Mai	Viltain	Rhubarbe	150 ± 27 %	9 ± 49 %	< 0,048
Juin	Viltain	Courgettes	73 ± 27 %	4,4 ± 73 %	< 0,035
Juillet	Viltain	Courgettes	67 ± 27 %	4,7 ± 92 %	< 0,022
Août	Viltain	Tomates	87 ± 18 %	< 3,1	< 0,030
Septembre	Viltain	Carottes	100 ± 26 %	7,9 ± 47 %	< 0,069
Octobre	Trubuil	Choux	82 ± 26 %	4 ± 85 %	< 0,054
Novembre	Viltain	Potiron	130 ± 27 %	< 2,9	< 0,057



Les vaches de la ferme de Viltain. © 2022 La Ferme de Viltain.

► 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 1 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.

Les débits d'équivalent de dose mesurés pour 2022 (entre 0,049 et 0,099 $\mu\text{Sv/h}$) par les dosimètres situés en limite

de site sont comparables ou proches du bruit de fond moyen naturel (0,1 $\mu\text{Sv/h}$).

Au niveau des 4 stations atmosphériques encadrant le site CEA de Saclay, le débit de dose est mesuré en continu par une sonde gamma (compteurs Geiger-Müller).

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.

Tableau 23: Débit d'équivalent de dose annuel moyen.

	SACLAY	SAINT-AUBIN	VILLERS-LE-BÂCLE	ORSIGNY
Débit d'équivalent de dose annuel moyen en $\mu\text{Sv/h}$	0,096	0,102	0,096	0,099

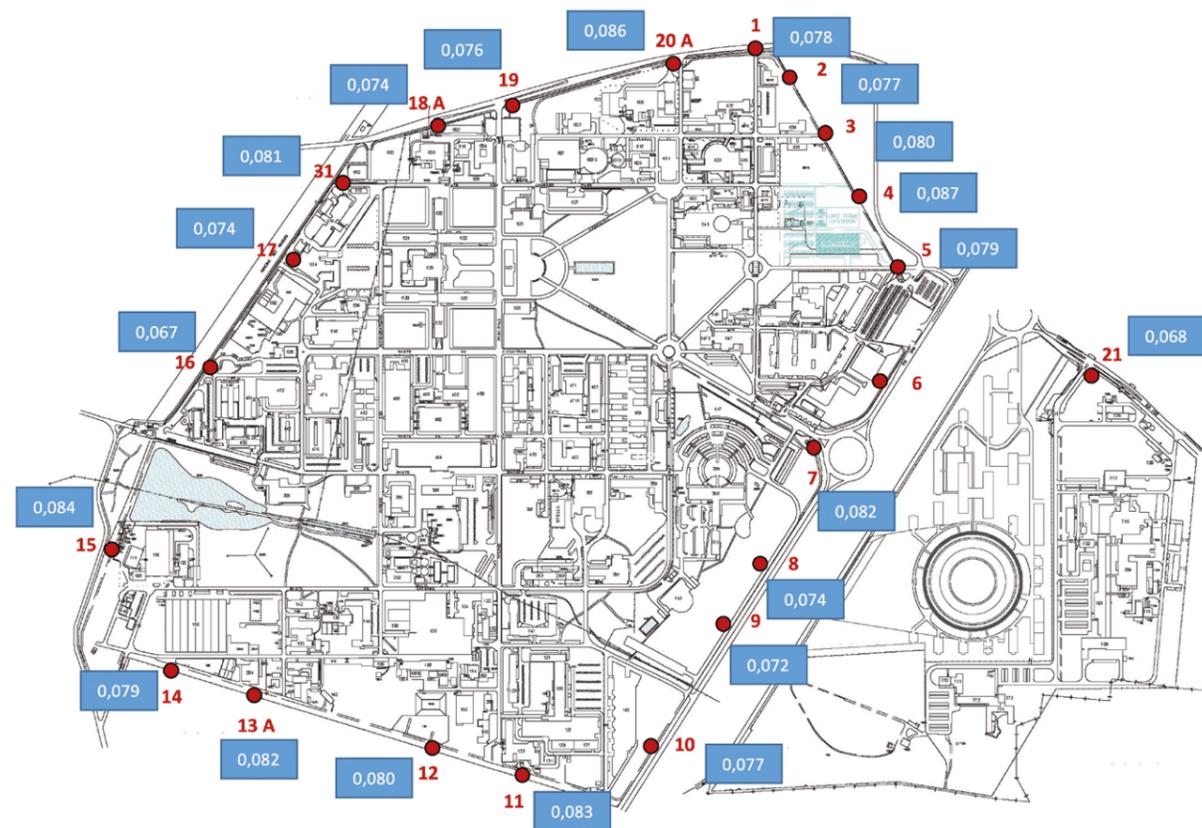


Figure 21: Débit d'équivalent de dose moyen en 2022 exprimé en $\mu\text{Sv/h}$ en périphérie du site CEA de Saclay

► Le réseau 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 Vauhallan.

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 4 mai 2022, récapitulées ci-après, ne révèlent pas d'anomalie particulière.

Les eaux de l'aqueduc des Mineurs et des étangs de Saclay

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

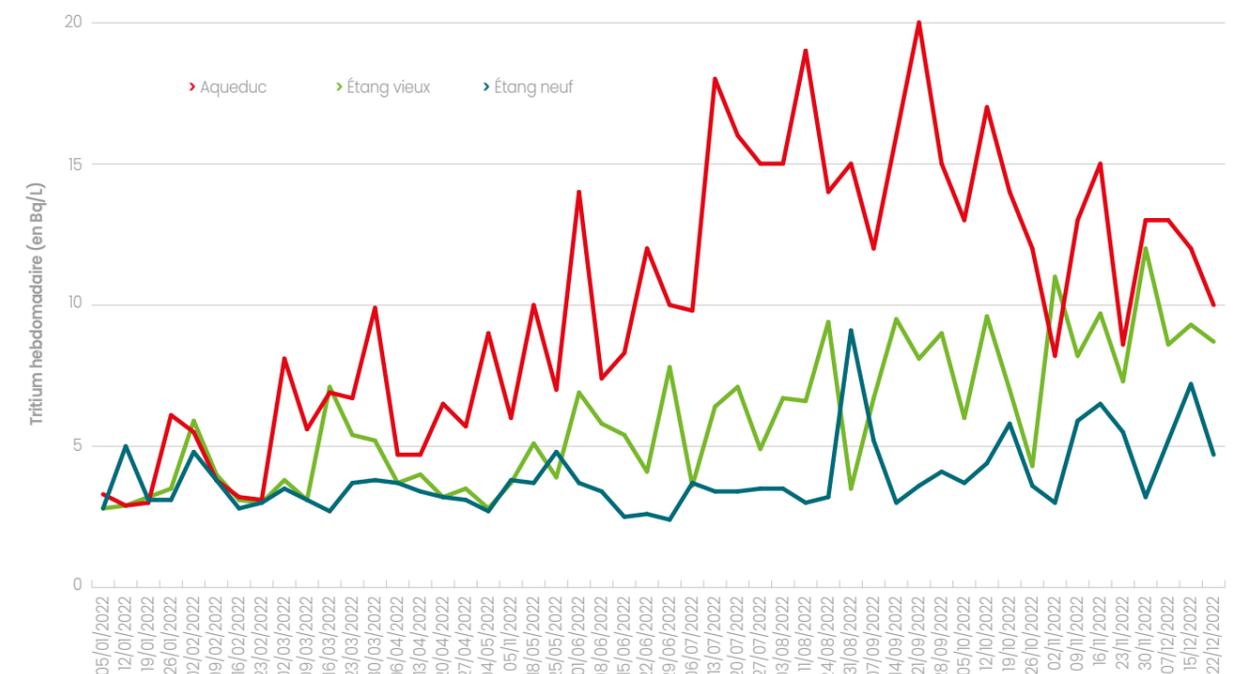
Du point de vue de la radioactivité, les mesures d'activité globale alpha sont inférieures ou proches du seuil de décision de l'ordre de 0,05 Bq/L et les mesures d'activité globale bêta sont de l'ordre de 0,2 Bq/L (représentatives des valeurs naturelles observées dans les eaux de surface).

Le tritium, mesuré de façon hebdomadaire se situe à des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de 10,1 Bq/L pour le point de déversement de l'aqueduc des mineurs, 5,9 Bq/L pour l'étang Vieux et 3,9 Bq/L pour l'étang Neuf.

Tableau 24: Mesures physico-chimiques effectuées en 2022 dans le plan d'eau de Villiers.

MES	DCO	DBO5	Azote Kjeldahl (NTK)	Nitrites (NO_2^-)	Ions ammonium (NH_4^+)	Nitrates (NO_3^-)	Phosphore total (P total)	Oxygène dissous (O_2 dissous)	pH	Turbidité (NTU)	Température ($^{\circ}\text{C}$)
43	53	18,0	< 1	< 0,03	< 0,05	< 5	0,35	14,0	9,4	51	17

Figure 22: 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 0,002 Bq/L (max en octobre avec 0,003 Bq/L). Dans l'étang Neuf, l'activité est en moyenne inférieure à 0,001 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.

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 dans les étangs Vieux et Neuf et des concentrations en inversement des concentrations en zinc un peu plus élevées au point de déversement S1 que dans les étangs. On constate aussi que les teneurs

Tableau 25: Concentrations en émetteurs bêta gamma des étangs

Activité volumique moyenne en Bq/m ³	Étang Vieux	Étang Neuf
Strontium 90	2,5	2,1
Césium 137	1,7	< 0,6

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 (mars, mai et juillet pour l'étang Neuf et juillet et août pour l'étang Vieux.

Tableau 26: Concentrations chimiques mensuelles min, moy et max dans les étangs.

Paramètres		Point de déversement de l'aqueduc des mineurs dans l'étang Vieux			Étang Vieux			Étang Neuf		
		MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX	MOYENNE	MIN	MAX
pH	-	7,9	7,6	8,4	8,5	7,9	10,2	8,7	7,8	10,1
Potassium	mg/l	5,8	3,1	8,7	5,4	2,1	8,4	6,4	4,6	8,0
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	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Aluminium	µg/l	80,9	13,0	180,0	80,6	15,0	390,0	39,4	10,0	310,0
Arsenic	µg/l	0,6	0,3	0,9	1,5	0,6	4,3	1,4	0,7	2,5
Bore	µg/l	36,0	22,3	47,3	35,2	22,0	52,0	33,3	25,0	43,0
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	2,7	1,5	4,0	2,4	1,0	6,1	1,9	1,0	7,4
Chrome	µg/l	1,0	1,0	1,2	1,2	1,0	2,8	19,3	1,0	220,0
Fer	µg/l	35,1	5,0	136,0	57,4	6,3	257,0	145,4	16,0	1100,0
Mercure	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Manganèse	µg/l	11,5	5,0	21,9	5,8	5,0	7,6	23,9	5,0	120,0
Nickel	µg/l	1,2	1,0	1,7	1,1	1,0	1,4	11,1	1,0	120,0
Plomb	µg/l	0,7	0,5	1,1	0,6	0,5	0,8	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	0,6	0,3	0,9	0,6	0,4	0,8	0,4	0,3	0,6
Zinc	µg/l	10,9	5,0	17,0	5,3	5,0	8,0	5,2	5,0	7,4
AOX	mg/l	0,0	0,0	0,0	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	0,011	0,011	0,011	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Les sédiments des étangs de Saclay

Une mesure des sédiments est réalisée tous les 6 mois au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux et tous les 3 ans dans l'étang Vieux et l'étang Neuf. Les tableaux ci-après présentent les résultats des mesures réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés en 2022 au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux et les mesures des paramètres chimiques

sur les sédiments de la campagne réalisées en 2022. La prochaine campagne est prévue en 2025.

On observe une certaine variabilité d'une mesure à une autre au point de déversement de l'aqueduc des mineurs dans l'étang Vieux, 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.

Tableau 27: Radioactivité artificielle des sédiments des étangs.

	Point de déversement de l'aqueduc des Mineurs (S1)		étang Vieux	étang Neuf
	08-juin	07-déc	06-juil	06-juil
Tritium lié	140 ± 52 %	120 ± 38 %	< 42	< 42
Carbone 14 lié	470 ± 30 %	250 ± 49 %	180 ± 60 %	380 ± 23 %
Cobalt 60	0,82 ± 49 %	0,95 ± 54 %	< 0,38	< 0,42
Strontium 90	< 6	< 12	< 3,4	< 2,4
Césium 137	120 ± 20 %	62 ± 18 %	35 ± 20 %	28 ± 20 %
Plutonium 238	3,9 ± 56	1,7 ± 96 %	< 1,1	< 0,19
Plutonium 239+240	13 ± 32	5,0 ± 52 %	1,6 ± 62 %	1,5 ± 54 %
Américium 241	3,0 ± 30	0,9 ± 63 %	< 0,66	< 0,68

Tableau 28: Analyses chimiques des sédiments des étangs.

Paramètres	Étang Vieux	Étang Neuf
	7-juil.	7-juil.
Aluminium	37 ± 35%	38 ± 33%
Bore	< 0,024	< 0,026
Béryllium	0,00074 ± 28%	0,00087 ± 26%
Brome	< 0,048	0,054 ± 50%
Cadmium	0,00049 ± 32%	0,0015 ± 29%
Cuivre	0,021 ± 26%	0,12 ± 26%
Chrome	0,047 ± 26%	0,094 ± 26%
Fer	10 ± 27%	23 ± 27%
Mercure	0,00026 ± 28%	0,00094 ± 27%
Manganèse	0,12 ± 26%	0,17 ± 27%
Nickel	0,013 ± 25%	0,072 ± 24%
Plomb	0,03 ± 26%	0,10 ± 26%
Etain	< 0,0048	0,0073 ± 25%
Uranium	0,0021 ± 25%	0,0084 ± 25%
Zinc	0,099 ± 27%	1,0 ± 25%
TBP	< 0,0001	< 0,0001
Fluoranthène	< 0,00001	< 0,00001

Les poissons des étangs

En 2022, deux types de poissons ont pu être prélevés : un brochet dans l'Étang Neuf et une carpe dans l'Étang Vieux. De faibles traces de césium 137 sont détectés dans le brochet ainsi que du carbone 14 à un niveau (2400 à 5900 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.

La flore aquatique des étangs

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

Les eaux de surface (rivières, rus et rigoles)

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



Figure 23: Points de prélèvement d'eau de surface.

Tableau 29: Activité spécifiques des poissons.

Activité en Bq/kg frais	Brochet Étang Neuf de Saclay	Carpe Étang Vieux de Saclay
	12-août	03-mai
Potassium 40	120 ± 27 %	130 ± 27 %
Tritium	< 2,6	< 2,8
Cobalt 60	< 0,14	< 0,15
Strontium 90	< 0,03	0,077 ± 33 %
Césium 137	0,18 ± 66 %	< 0,16
Tritium lié	< 8,5	< 9,6
Carbone 14 lié	260 ± 16 %	620 ± 13 %

Tableau 30: Activité dans les roseaux des étangs.

Activité en Bq/kg frais	Roseaux Étang Vieux	Roseaux Étang Neuf
	06-juil	06-juil
Potassium 40	210 ± 22 %	220 ± 22 %
Tritium	2,6 ± 98 %	< 2,4
Cobalt 60	< 0,09	< 0,091
Strontium 90	0,17 ± 33 %	0,45 ± 26 %
Césium 137	0,3 ± 37 %	< 0,1
Tritium lié	< 15	< 17
Carbone 14 lié	49 ± 46 %	48 ± 67 %

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 de l'ordre de 6 à 9 Bq/L, 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 au point S16 (Yvette au sud du CEA) qui est 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

Tableau 31: Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan prélevées le 4 août 2022.

Paramètres	Unité	S12
Température	°C	18,52
pH	-	8,04
Turbidité	mg Pt	64,1
Oxygène dissous	mg/l	7,56
MES	mg/l	50 ± 18 %
DCO	mg/l	6,4 ± 34 %
DBO5	mg/l	< 10
Azote Kjeldal (N)	mg/l	< 1
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 0,05
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,06 ± 20 %
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	33 ± 8 %
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/l	< 0,2
Phosphore total	mg/l	< 0,1
Cyanures	µg/l	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0,1
Aluminium	µg/l	< 10
Arsenic	µg/l	0,43 ± 13,00 %
Bore	µg/l	25 ± 17,00 %
Béryllium	µg/l	< 0,1
Cadmium	µg/l	< 0,1
Cuivre	µg/l	1,1 ± 19,00 %
Chrome	µg/l	< 1
Fer	µg/l	8,5 ± 19,00 %
Mercure	µg/l	< 0,05
Manganèse	µg/l	7,7 ± 18,00 %
Nickel	µg/l	< 1
Plomb	µg/l	< 0,5
Etain	µg/l	< 1
Uranium	µg/l	0,68 ± 12 %
Zinc	µg/l	< 5

également requise par l'arrêté préfectoral avec recherche de différents paramètres physico-chimiques. Les résultats de ce prélèvement réalisé le 4 août 2022, 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 S13 a été prélevé le 14 septembre 2022. Toutes les mesures radiologiques présentent des valeurs inférieures aux seuils de décision.

La radioactivité des sédiments aux trois points S11, S12 et S13 est suivie tous les trois ou cinq ans. Le point S13 a été prélevé le 14 septembre 2022. Toutes les mesures radiologiques présentent des valeurs inférieures aux seuils de décision. Les points S11 et S12 seront prélevés en 2025.

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 Erreur! Source du renvoi introuvable. (F41 à F54). Deux piézomètres F53 et F54 forés en décembre 2018 ont été exploités à partir de 2019.

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

Indice de radioactivité alpha global

Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, l'indice alpha global est en moyenne à 0,08 Bq/L. Les valeurs maximales, de l'ordre de 0,2 Bq/L pour quelques points, s'expliquent par la présence d'uranium naturellement présent dans les eaux. Seul le F31 à des valeurs en alpha global bien supérieures (jusqu'à 2,1 Bq/l en octobre 2022).

Indice de radioactivité bêta global

Les valeurs de l'indice de radioactivité bêta global sont en moyenne autour de 0,1 Bq/L. Lorsque les valeurs sont significatives (jusqu'à 0,2 Bq/L), elles s'expliquent par la présence de potassium 40 naturel ou des descendants de l'uranium, sauf pour le forage F44 (0,2 à 0,3 Bq/L) en raison de la présence historique de carbone 14.

Le tritium au droit du site CEA de Saclay

Le tritium détecté provient essentiellement de rejets anciens non maîtrisés par certaines installations du site de Saclay, les teneurs moyennes et maximales en tritium des eaux de la nappe des sables au droit du site CEA de Saclay sont présentées dans le tableau ci-après. Les 13 anciens piézomètres implantés sur le site et les 11 nouveaux piézomètres présentent des activités volumiques moyennes actuellement comprises entre 4,1 et 210 Bq/L, à l'exception du nouveau piézomètre F64 dont la valeur moyenne est d'environ 7800 Bq/L avec une valeur maximale à 8200 Bq/L. Dès le premier prélèvement sur le piézomètre F64, une déclaration d'événement a été envoyée à l'ASN le 09/06/2021 pour l'informer de l'anomalie. Puis, des analyses mensuelles sont réalisées sur ce piézomètre depuis 2021.

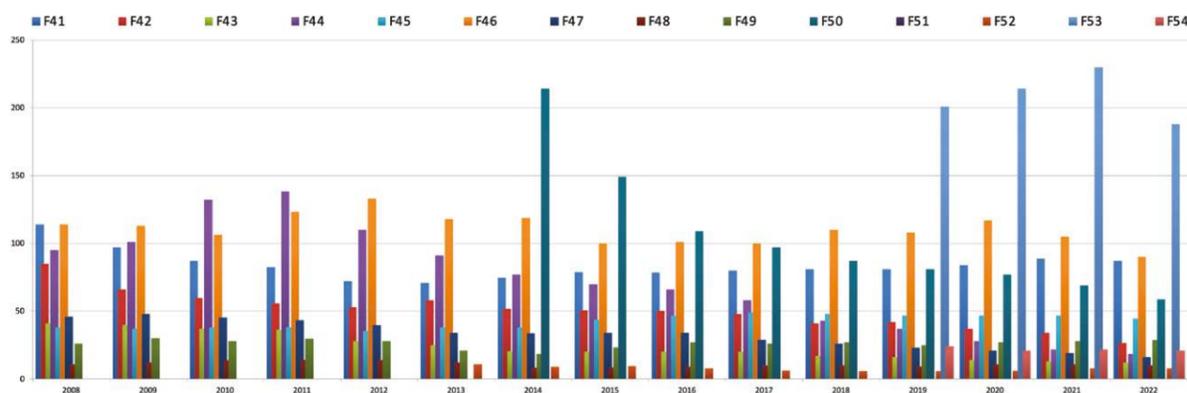


Figure 24: Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du site de Saclay en 2022.

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



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 5 et 33 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 32 récapitule l'ensemble des résultats en tritium relevés au cours de l'année 2022 aussi bien au niveau du site CEA Saclay que dans son environnement.

Tableau 32: Activité volumique en tritium dans les eaux souterraines en Bq/L.

N° Forage	Activité moyenne	Activité maximale
F1	4,8	8,4
F2	< 2,7	< 2,7
F15	< 3,5	< 3,7
F19	< 2,95	< 3,5
F22	< 3,4	< 3,4
F24	5,2	5,2
F26	< 3,45	< 3,5
F27	< 2,7	< 2,7
F28	4,5	4,5
F29	20	22
F30	< 3,25	< 3,6
F31	10	19
F32	< 4,9	< 4,9
F33	32	33

Le suivi des paramètres chimiques dans les eaux souterraines

De nombreuses analyses chimiques sont entreprises selon les prescriptions de l'arrêté préfectoral, avec des paramètres recherchés et des fréquences variables selon la localisation des prélèvements. Le tableau 33 récapitule l'ensemble des résultats moyens des 22 forages surveillés semestriellement et des 5 forages surveillés annuellement.



Forage F31 à l'Orme des Merisiers. Crédits CEA

Tableau 33: Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines.

ANALYSES CHIMIQUES SEMESTRIELLES DES EAUX SOUTERRAINES				
Paramètres	Unité			
Dates	-	min	moyenne	max
pH	-	6,9	7,0	7,6
Conductivité	µS/cm	657,0	782,6	1550,0
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0,1	0,0	0,1
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	5,0	21,8	29,0
Bromures	mg/l	0,1	0,1	0,2
Chlorures	mg/l	19,0	32,5	58,0
Fluorures	mg/l	0,1	0,2	0,3
Sulfates	mg/l	41,0	78,4	160,0
Cyanures	µg/l	10,0	9,7	10,0
Indice phénols	µg/l	10,0	9,7	10,0
Hydrocarbures	mg/l	0,1	0,1	0,1
Aluminium	µg/l	10,0	9,8	10,0
Arsenic	µg/l	0,2	0,3	1,0
Bore	µg/l	10,0	32,9	490,0
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1
Cuivre	µg/l	1,0	1,4	4,5
Chrome	µg/l	1,0	1,2	4,3
Fer	µg/l	5,0	12,0	79,0
Mercure	µg/l	0,1	0,0	0,1
Nickel	µg/l	1,0	7,0	130,0
Plomb	µg/l	0,5	0,5	1,0
Zinc	µg/l	5,0	7,3	23,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,5	16,6	115,9
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	0,5	22,1	127,0
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	1,0	4,8	31,5
Dichlorométhane	µg/l	5,0	4,9	5,0
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	1,0	2,7	12,6
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	0,5	0,7	2,3
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	6,1
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	1,0	1,0	1,0
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	1,0	1,0	1,0
Chlorure de vinyle	µg/l	0,5	0,5	0,5
1,1-dichloroéthylène	µg/l	1,0	1,3	5,8
Bromochlorométhane	µg/l	1,0	1,0	1,0
Dibromométhane	µg/l	1,0	1,0	1,0
Bromodichlorométhane	µg/l	1,0	1,0	1,0
Dibromochlorométhane	µg/l	1,0	1,0	1,0
1,2-dibromoéthane	µg/l	1,0	1,0	1,0
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	1,0	1,0	1,0

Tableau 33: Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines (suite).

ANALYSES CHIMIQUES ANNUELLES DES EAUX SOUTERRAINES				
Paramètres	Unité			
Dates	-	min	moyenne	max
pH	-	7,0	7,4	8,3
Conductivité	µS/cm	576,0	796,4	935,0
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	21,0	30,6	49,0
Bromures	mg/l			
Chlorures	mg/l			
Sulfates	mg/l			
Hydrocarbures	mg/l	0,1	0,1	0,1
Aluminium	µg/l	10,0	10,0	10,0
Arsenic	µg/l	0,2	0,2	0,4
Bore	µg/l	12,0	21,2	52,0
Cadmium	µg/l	0,1	0,1	0,1
Cuivre	µg/l	1,0	1,0	1,0
Chrome	µg/l	1,0	1,0	1,0
Fer	µg/l	5,0	7,2	11,0
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	12,0	40,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,5	0,6	1,0
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	0,5	0,5	0,5
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	1,0	1,0	1,0

5

Surveillance par des mesures indépendantes

Contexte réglementaire

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 SGS, 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 05/10/2022. Les contrôles effectués sont synthétisés dans le tableau 34.

Méthodologie du contrôle

Mesure de débit

Sur les points R4 et R7, les équipements de mesure ont été installés au niveau des canaux Venturi en place. La mesure a été réalisée selon la méthode normalisée NF ISO 4359 par enregistrement de la hauteur d'eau (capteur bulle à bulle ou US relié à un boîtier d'acquisition de données), en amont d'un seuil de type Venturi présent en aval du canal d'amenée des eaux, pour la durée de la mesure.

Mesure de pH et de la température

Sur les points R3, R4 et R7, les sondes de mesure ont été installées dans les « bacs transit » du Tableau de Contrôle de l'Eau dans lesquels circulent les effluents de ces points. La mesure du pH a été réalisée sur site selon la méthodologie normalisée NF EN ISO 10523 « Qualité de l'eau – détermination du pH ».

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

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

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

Tableau 34: Nature des mesures indépendantes réglementaires effectuées sur les réseaux du site.

Nature des effluents	Point de contrôle	pH/t° en continu	Débit en continu	Paramètres radiologiques et physico-chimiques en différé AP (art. 4.3.7.)
Eau recyclée	R3	X	Non réalisé ⁽¹⁾	X
Effluents sanitaires traités	R4	X	X	X
Rejet général Centre	R7	X	X	X
Nature des effluents	Point de contrôle	pH/t° en continu	Paramètres physico-chimiques Décision (art. 20.VIII)	
Effluents industriels bruts	R5 amont		X	
Rejets pluviaux / eaux de refroidissement (Ovoïde Nord)	R8	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).

Résultats des mesures

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

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 1,3% 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 R7 dans le canal venturi lors du contrôle sont conformes.

Tableau 35: Résultats comparés des mesures en continu effectuées sur les réseaux du site par le CEA et par AQUAMESURE.

		R3		R4		R7	
		CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE
Débit	m³/h	-	-	6	6	46	47
	m³/j	-	-	151	148	1111	1126
pH min-max pH moyen	upH	7,2 - 7,6 (7,5)	7,2-7,5 (7,4)	7,2-7,3 (7,3)	7,5-7,5 (7,5)	7,7-7,9 (7,7)	7,7-8,0 (7,8)
	T° moyenne	17,8-19,3 (18,2)	17,7-19,2 (18,1)	19,5-19,6 (19,6)	19,2-19,4 (19,3)	14,7-16,6 (15,6)	14,5-16,5 (15,4)

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

Résultats des mesures sur R3, R5, R7, R8

Les résultats rendus par les deux laboratoires montrent globalement une bonne cohérence.

Toutefois, les paramètres azotés au point de mesure R7 (Nitrites, Ammonium, Azote total) diffèrent, les deux laboratoires confirment leurs résultats de mesure. Le laboratoire SGS montre que les paramètres Nitrites et Ammonium dépassent les valeurs limites réglementaires.

Une fiche d'écart est ouverte dans le système qualité du SPRE (23-001).

Il est à noter aussi quelques disparités de résultats pour les métaux sur le point de mesure R7, les valeurs mesurées par les deux laboratoires restent inférieures aux valeurs limites réglementaires.

Les valeurs mesurées par les deux laboratoires sur le point de mesure R8 sont bien corrélées. Pour ce qui concerne le point de mesure R5, des différences sont observées sur plusieurs paramètres carbonés, azotés, phosphorés et métalliques mais restent très en deçà des valeurs limites réglementaires.

Tableau 36: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur les réseaux R3 et R7 du site par le CEA et par SGS

		R3					R7				
		SGS		CEA		Concentration maximale	SGS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	15	± 17	24	± 27	1000	16,2	± 19,8	18	± 34	500
Carbone 14	Bq/L	< 9		< 1,4		16	< 4		< 1,5	±	8
Activité Alphaglobale	Bq/L	< 0,04		< 0,024		0,1	< 0,05		< 0,024	±	0,1
Activité Béta globale	Bq/L	0,179	± 32	0,13	± 32	2	< 0,34		0,27	± 20	1
MES	mg/L	1	± 47	3,4	± 21	30	8	± 47	36	± 18	30
DBO5	mg/L	< 3		< 10		30	4	± 25	< 10	±	20
DCO	mg/L	< 10		< 6		100	19	± 18	15	± 23	100
Bromures	mg/L	< 0,065		0,24	± 7	10	< 0,3		0,32	± 7	10
Fluorures	mg/L	0,34	± 33	0,34	± 11	2	0,41	± 33	0,28	± 11	1,5
Chlorures	mg/L						56	± 28	61	± 6	250
Sulfates	mg/L						58	± 23	58	± 7	250
Nitrites	mg/L						1,1	± 11	0,48	± 10	0,5
Ammonium	mg/L						4,23	± 32	0,89	± 12	0,5
Nitrates	mg/L						6,6	± 12	6,5	± 10	75
N total	mg N/L	3,7	± 23	2,9	± 35	30	6,7	± 23	3,1	± 12	30
P total	mg P/L	0,03	± 35	< 0,1		5	1,09	± 35	0,39	± 28	2
Cyanures	µg/L	< 5		< 10		100	< 5		< 10	±	50
Indice phénol	µg/L	< 10		< 10		300	< 10		< 10	±	500
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,05		< 0,1		0,5	< 0,05		< 0,1	±	0,5
Aluminium	µg/L	138,5	± 23	130	± 21	400	29,83	± 23	36	± 16	400
Arsenic	µg/L	0,42	± 11	0,33	± 19	50	0,46	± 11	0,76	± 16	5
Beryllium	µg/L	< 0,1		< 0,1		2	< 0,1		< 0,1	±	2
Bore	µg/L	< 50		38	± 13	120	< 50		38	± 13	120
Cadmium	µg/L	< 0,1		< 0,1		5	< 0,1		< 0,1	±	5
Chrome	µg/L	< 0,5		< 1		20	< 0,5		< 1	±	5
Cuivre	µg/L	1,66	± 27	1,6	± 16	100	2,7	± 27	4,7	± 15	100
Etain	µg/L	0,88	± 30	< 1		100	0,81	± 30	< 1	±	20
Fer	µg/L	< 10		7,5	± 14	1000	22,8	± 15	19	± 13	1000
Manganèse	µg/L	3,39	± 14	< 5		200	10,24	± 14	13	± 11	200
Mercure	µg/L	< 0,2		< 0,05		5	< 0,2		< 0,05	±	5
Nickel	µg/L	0,78	± 24	< 1		50	1,42	± 24	1,35	± 9	20
Plomb	µg/L	0,12	± 28	< 0,5		50	0,25	± 28	0,897	± 9	20
Zinc	µg/L	8,23	± 30	5,7	± 13	2000	37,34	± 30	9,73	± 10	2000
Tributylétain	µg/L	< 0,02		< 0,05		< seuil détection					
AOX	µg/L	80	± 20	63	± 12	700	20	± 20	28	± 19	700

Tableau 37: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur les réseaux R5 et R8 du site par le CEA et par SGS

		R5 AMONT					R8				
		SGS		CEA		Concentration maximale	SGS-Aquamesure		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
pH	upH						7,66		7,63		5,5 à 9,5
MES	mg/L	27	± 47	7,1	± 19	50	26	± 47	27	± 18	30
DBO5	mg/L	< 3		< 10		30	< 3		< 10		30
DCO	mg/L	26	± 18	16,4	± 27	100	27	± 18	24		100
Bromures	mg/L						< 0,5		0,3		10
Fluorures	mg/L	0,35	± 33	0,36	± 10	1	0,34	± 33	0,28	± 11	1
Chlorures	mg/L	45	± 28	65	± 6	200					
Sulfates	mg/L	47	± 23	63	± 7	500					
N total	mg N/L	2,6	± 23	6,6	± 12	30					
Phosphore total	mg P/L	0,19	± 35	0,94	± 24	5	0,19	± 35	0,36	± 27	5
Cyanures	µg/L	< 5		< 10		50	< 5		< 10		< seuil de détection
Indice phénol	µg/L	< 10		< 10		100					
Indice hydrocarbures	mg/L	0,06		< 0,1		2					
Aluminium	µg/L	34,54	± 23	27	± 15	500	40,48	± 23	34	± 15	1000
Arsenic	µg/L	1,09	± 11	0,33	± 15	5					
Cadmium	µg/L	< 0,1		< 0,1		5					
Chrome	µg/L	< 0,5		< 1		10	< 0,5		< 1		5
Cuivre	µg/L	5,75	± 27	2	± 15	100	7,71	± 27	5,6	± 16	100
Etain	µg/L	0,87	± 30	< 1		20					
Fer	µg/L	13,94	± 15	20	± 13	500	19,42	± 15	16	± 14	1000
Manganèse	µg/L	15,75	± 14	9,7	± 17	200					
Mercure	µg/L	< 0,2		< 0,05		5					
Nickel	µg/L	1,36	± 24	1,41		50	1,54	± 24	1,31		50
Plomb	µg/L	0,99	± 28	< 0,5		100	1,1	± 28	1,04	± 9	50
Zinc	µg/L	16,52	± 30	21,5	± 10	500	24,97	± 30	14	± 13	2000
Tributylétain	µg/L						< 0,02		< 0,05		< seuil de détection
Chrome VI	µg/L						< 5		< 5		< seuil de détection
AOX	µg/L	30	± 20	39	± 16	700	< 10		25	± 21	1000

Résultats des mesures sur R4

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

Tableau 38: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur le réseau R4 du site par le CEA et par SGS

		R4				
		SGS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	22,1	± 16	23	± 28	-
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,05		< 0,027		-
Activité Béta globale	Bq/L	0,4	± 18,75	0,62	± 15	-
MES	mg/L	1	± 47	< 2		35
DBO5	mg/L	< 3		< 10		25
DCO	mg/L	13	± 18	9,9	± 27	125
N total	mg N/L	1,5	± 23	2,6	± 40	15
P total	mg P/L	1,25	± 35	0,99	± 24	2

6

Évaluation 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).

Impact radiologique sanitaire

Rejets atmosphériques

L'évaluation des impacts radiologiques dus aux des rejets atmosphériques du CEA Paris-Saclay, site de Saclay comporte deux étapes distinctes. La première consiste à déterminer les transferts atmosphériques entre le point d'émission et l'environnement, c'est-à-dire à définir la concentration moyenne d'un radioélément dans l'air en tout point de l'environnement extérieur au site du CEA. Ce calcul dépend essentiellement de la hauteur des émissaires de rejet et des différents paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, existence de précipitations) pouvant

influencer sur les transferts. La seconde étape concerne le calcul de l'impact radiologique annuel, effectué à l'aide d'un logiciel, en l'occurrence CERES au CEA, qui permet, à partir des résultats précédents, de calculer l'impact radiologique en tenant compte de tous les modes de transfert de l'environnement à l'homme et de son évolution dans le temps.

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

- Présentation des voies d'expositions et choix de la personne représentative: Considérant les rejets de substances radioactives émis par une installation quelconque, les différentes voies d'exposition de l'homme sont les suivantes:
 - l'immersion dans le panache et la remise en suspension des dépôts qui conduisent à une exposition interne par inhalation et à une exposition externe,
 - la présence de radioactivité déposée au sol conduisant à une exposition externe,
 - l'ingestion de végétaux, pour lesquels l'activité résulte principalement des dépôts d'aérosols et gouttes de pluie, mais aussi des transferts racinaires à partir du sol, et qui conduit à une exposition interne par ingestion,
 - l'ingestion de produits animaux qui ont consommé des fourrages soumis aux rejets.

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

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

La population du Christ-de-Saclay, est au plus près du site et sous les vents dominants, et représentative de l'impact maximal susceptible d'être généré par les rejets gazeux résultant du fonctionnement des installations du centre 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 site CEA de Saclay, et 20 % hors de la zone d'influence du panache;
 - Exposition interne par inhalation: l'exposition interne résulte de l'activité inhalée durant le passage du panache. Il est considéré un débit respiratoire de 0,96 m³/h pour l'adulte et de 0,22 m³/h pour l'enfant de 1 à 2 ans. L'activité inhalée, liée à la remise en suspension, est négligeable face à celle du panache;
 - Exposition interne par ingestion de produits d'origine végétale et animale: les calculs effectués font intervenir d'une part les mécanismes de transfert des radionucléides de l'atmosphère aux végétaux puis aux produits animaux, d'autre part la consommation des produits d'origine locale. Le transfert d'activité aux végétaux s'effectue soit directement par captation des aérosols et des gouttes de pluie, par le couvert végétal, soit indirectement par voie racinaire à partir du sol. Lorsque le produit consommé est un fruit, un tubercule ou une racine, il est tenu compte des transferts internes à la plante. L'incorporation par les animaux des radionucléides rejetés s'effectue essentiellement par l'ingestion des végétaux (herbes, maïs).



Figure 29: Localisation des points d'impact ciblés pour l'évaluation de l'impact du site de Saclay.

Rejets liquides

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

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

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

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

Ces voies de transfert conduisent essentiellement à une exposition interne par ingestion. L'arrosage peut conduire également à une exposition externe due aux dépôts et

une exposition interne par inhalation liée à la remise en suspension des dépôts. La personne représentative à étudier vis-à-vis de l'impact radiologique est identifiée pour deux groupes:

- un groupe de pêcheurs qui consommeraient des poissons de l'étang Neuf et s'approvisionneraient en légumes à une ferme. Cette ferme utiliserait l'eau des étangs à des fins d'arrosage. Les pêcheurs consommeraient aussi la moitié de leur eau de boisson provenant d'un forage dans la nappe souterraine des sables de fontainebleau, située sous les étangs de Saclay,
- un groupe d'exploitants agricoles qui consommeraient 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).

Bilan de l'impact radiologique des rejets atmosphériques et liquides

L'impact maximal est évalué en considérant hypothétiquement comme personne représentative adulte, un pêcheur de l'étang Neuf vivant au Christ-de-Saclay situé à 1 kilomètre du site. Les tableaux 39 et 40 présentent le détail pour l'année 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.

Tableau 39 : détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2022 du fait des rejets liquides des installations du site de Saclay

Radionucléide ⁽³⁾	Effluents liquides (μSv) (Groupe de pêcheurs uniquement adultes)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte		Population enfant ⁽⁶⁾		Population nourrisson ⁽⁷⁾	
		IE ⁽⁴⁾	In ⁽⁵⁾	IE	In	IE	In
³ H	8,82E+00		0,02				
¹⁴ C	5,14E-02		0,20				
⁴¹ Ar							
⁶⁰ Co							
⁸⁵ Kr							
⁹⁰ Sr- ^Y	2,82E-03		< 0,01				
¹²⁵ Sb							
¹²⁵ I							
¹³¹ I							
¹²⁹ I							
¹³⁷ Cs	4,61E-03		0,05				
¹³³ Xe							
¹⁵² Eu							
²⁰ NH ₃ g							
Uranium	1,07E-02		0,06				
²²² Rn							
²³⁸ Pu	3,01E-05		0,05				
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	1,03E-04		0,18				
²⁴¹ Am	8,18E-05		< 0,01				

Tableau 40 : Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2022 du fait des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay

Radionucléide ⁽³⁾	Effluents gazeux (μSv) (Groupe du Christ de Saclay)						
	Activité rejetée GBq	Population adulte		Population enfant ⁽⁶⁾		Population nourrisson ⁽⁷⁾	
		IE	In	IE	In	IE	In
³ H	2381	< 0,01	0,04	< 0,01	0,04	< 0,01	0,02
¹⁴ C	22	< 0,01	0,09	< 0,01	0,12	< 0,01	0,04
⁴¹ Ar	651	0,02		0,02		0,02	
⁶⁰ Co	4,27E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
⁸⁵ Kr	2132	< 0,01		< 0,01		< 0,01	
⁹⁰ Sr- ^Y							
¹²⁵ Sb	1,03E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
¹²⁵ I	2,59E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
¹³¹ I	2,95E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
¹²⁹ I							
¹³⁷ Cs	1,08E-03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
¹³³ Xe	34	< 0,01		< 0,01		< 0,01	
¹⁵² Eu							
²⁰³ Hg	2,47E-04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Uranium							
²²² Rn	42	< 0,01	0,04	< 0,01	0,04	< 0,01	0,05
²³⁸ Pu							
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu							
²⁴¹ Am							

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 au population riveraine 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 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).

► 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 cancérogènes) 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 $2 \mu\text{g/l}$) dans les eaux en sortie de centre, d'où des ERI donnés « inférieurs à »,
- consommation hypothétique prise pour les calculs très majorante (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 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.

Maîtrise de l'impact des activités du CEA site de Saclay et de son environnement

La maîtrise de l'impact des activités du centre sur son environnement fait l'objet d'une démarche globale pilotée par la direction du centre. Au-delà de la surveillance des rejets radioactifs ou chimiques des installations du centre et de son environnement, 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 CEA 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 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 CEA Saclay est engagé depuis 2002 dans une démarche de management environnemental selon le référentiel ISO 14001 qui concerne la totalité des activités menées sur le site principal et le site annexe de l'Orme des Merisiers.

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

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

La qualité du système de management environnemental du centre et sa conformité à la norme ISO 14001 sont vérifiées chaque année par des organismes certificateurs. En 2022, 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.

Prévisions annuelles des rejets et de prélèvement 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 2022 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 2022, il n'y a pas eu d'évolution notable des activités prévisibles des INB du site de Saclay.

Rejets d'effluents

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 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^{er} 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

À partir de 2022, 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 de Saclay, deux INB sont concernées :

- l'INB35, pour des rejets d'ammoniac (NH₃) lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella;
- l'INB77, pour des rejets d'ozone (O₃) lors du fonctionnement des irradiateurs.
- Pour l'INB 35, en 2022, il n'y a pas eu de campagnes de prétraitement chimique, la quantité d'ammoniac rejetée en 2022 est donc nulle.
- Pour l'INB 77, le flux annuel d'ozone a été évalué à 34,4 kg, soit 11,5 % de l'autorisation annuelle. On observe une hausse par rapport à 2021 (+20%).

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 de puis le 16/12/2015. En 2022, ces rejets directs ont été comptabilisés à 243 715 m³ (y compris les rejets d'eaux pluviales de la partie nord du centre) dont 210 647 m³ 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 420 m linéaires en 2022 dont ci-dessous le détail :

- Eau recyclée: 42 m
- Eau potable: 216 m
- Eau pluviale: 0 m
- Effluents sanitaires: 162 m
- Effluents industriels: 0 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 a une action globale d'inventaire et de réduction des consommations de solvants pour l'ensemble des installations.

Les déchets

Les déchets conventionnels

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

- valorisés 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 de 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 41 présentent les taux de valorisation des diverses catégories de déchets conventionnels produits sur le site CEA de Saclay. En 2022, ce taux de valorisation global toute catégorie de déchets confondue est de 80 %.

Au total, le site du CEA de Saclay a évacué 5273 tonnes de déchets (5566 tonnes en 2021). L'évacuation des déchets inertes fluctue d'une année sur l'autre en fonction des chantiers.

Les déchets radioactifs

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

Différentes mesures sont prises pour limiter les volumes de

déchets radioactifs entreposés. D'une manière générale, la sectorisation de l'ensemble des bâtiments et aires du site, appelée « 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 2022, le CEA site de Saclay a expédié :

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

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.

Tableau 41: Déchets conventionnels

Déchets	Tonnages			% de valorisation		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Déchets inertes	3086	3293	2362	88%	93%	93%
Déchets non dangereux	1691	1754	2365	100%	92%	97%
Déchets dangereux	196	519	546	48%	37%	33%

Les plus gros postes consommateurs d'eau en 2022 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

Tableau 42: Consommation eau

INB	Prévisions (m ³)	Résultats (m ³)
18	2	0
35	300	140
40	300 000	211 092
49	600	160
50	800	264
72	400	286
77	400	218
101	30 000	6 908

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 2022 environ 47% 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 (12 % en 2022).

Composés organo-halogénés volatils - Caractérisation et dépollution

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

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

Pour mener à bien ces opérations, le site CEA de Saclay s'est appuyé sur l'expertise du Bureau de Recherches

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

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

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

La zone ouest, caractérisée en 2015, est essentiellement marquée au niveau de l'INB 72, mais à un niveau moindre que pour la zone sud. Il a été décidé d'engager des investigations complémentaires de manière à localiser plus précisément la source de pollution pour envisager ensuite une opération de ventilation plus efficace. La réalisation de 5 nouveaux forages de type « piézairs », au niveau et à proximité de l'INB 72, s'est concrétisée en décembre 2018. Une campagne de caractérisation de ces piézairs afin de déterminer leur potentiel pour une dépollution éventuelle par venting est prévue fin 2019. D'autre part, comme indiqué dans le chapitre 7, deux nouveaux forages (-70m) ont été réalisés fin 2018 dans le but d'améliorer la connaissance de la nappe des sables

de Fontainebleau au droit du centre. Une réunion de concertation avec la DRIEE UT91 s'est tenue en juin 2019 pour faire le point sur ce dossier et le CEA s'est engagé sous 6 mois à proposer une stratégie globale à l'échelle du centre d'amélioration de la connaissance de l'état de la nappe de sables de Fontainebleau. En 2020, création de 11 nouveaux piézomètres pour parfaire la connaissance de la pollution et le pompage des COHV. En 2021 création de 2 nouveaux piézairs proche de l'INB 72 en vue de réaliser un nouveau traitement par venting. Les premiers traitements dans cette zone ont permis de récupérer 63 kg de COHV (principalement du perchloroéthylène). La dépollution de la zone COHV INB72 a été réalisée jusqu'en mars 2022. Des dégazages ont également été réalisés depuis les piézomètres F43, F53 et F64 de mars à avril 2022. Une présentation de l'avancement de la situation a été réalisée à l'ASN et la DRIEAT en septembre 2022.

Maîtrise 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.

Infrastructures de transport

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 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.

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.

Relations inter-entreprises

L'association loi de 1901 POLVI, créée en 2012 et dont le CEA site 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 1^{er} 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 partagés 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 2022, le CEA Paris-Saclay a déclaré à l'ASN vingt-trois 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, deux dans le domaine de la radioprotection et deux dans le domaine des transports. 3 événements ont été classés 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 :

** Les événements significatifs dans le domaine de l'environnement ne font pas l'objet d'une classification sur l'échelle INES.*

Tableau 43: Événements significatifs

Niveau	Date de déclaration	INB	Événements
0	21/01/22	Site de Saclay	Découverte d'une contamination en 99mTc à la station de surveillance de l'environnement d'Orsigny
1	04/02/22	50	Présence dans la cellule K14 d'échantillons historiques de combustibles non autorisés par le référentiel actuellement en vigueur de l'INB 50
0	10/02/22	72	Non-respect d'une disposition de la notice d'utilisation de l'emballage IR 200 lors de deux transports voie publique
0	21/02/22	40	Suintements de fluide primaire sur le circuit de contre-pression
1	31/03/22	50	Incohérence entre les dispositions mécaniques du pont roulant 25 tonnes de la ZAR du bâtiment 605 décrites dans le rapport de sûreté de l'INB50 et celles réellement présentes
0	25/04/22	40	Efficacité insuffisante des PAI (piège à iode) de la ligne n°1 de ventilation de sauvegarde
0	26/04/22	72	Non-respect d'une disposition de conduite fixée dans le certificat d'agrément de l'emballage IR200
0	18/05/22	49	Indisponibilité de la mesure de débit en continu des effluents gazeux sur l'émissaire E11 de l'INB 49
1	20/05/22	49	Asservissements non fonctionnels des ventilations en cas d'alarme incendie pour les cellules 10 et 12 de l'INB 49
0	25/05/22	72	Désolidarisation d'un bouchon de puits de son accessoire de levage lors de son retrait
0	03/06/22	72	Non-respect de la dépression minimale au bâtiment 120 pendant une durée supérieure à celle tolérée par les RGE (24 heures)
0	07/06/22	101	Non réalisation dans les délais d'un CEP de l'INB 101
0	10/06/22	101	Écoulement d'eau de la piscine dans la partie bloc eau de l'INB 101
0	16/06/22	35	Écart au référentiel de sûreté sur le nombre d'étages du filtre DNF concernant la ventilation du bâtiment 393B
0	25/07/22	40	Présence dans la balise CR33 d'une source de Radium 226, d'activité supérieure au seuil d'exemption, non déclarée à l'IRSN
0	05/09/22	101	Efficacité du filtre THE n°1 du poste de repli de l'INB 101 inférieure à 1000
0	30/09/22	101	Non-respect d'une exigence de la RGE déchets de l'INB 101
0	04/10/22	77	Impossibilité de respecter la périodicité de la Vérification Réglementaire Périodique (VRP) (semestrielle) de l'accélérateur d'électrons de l'installation
0	04/11/22	72	Constat de défaut d'intégrité d'un colis F dans un puits ventilé de l'INB 72
0	22/11/22	35	Présence de matériels contaminés dans une benne de déchets conventionnels
0	22/11/22	101	Présence de matériel nucléaire dans une zone de production de déchets conventionnels de l'INB n°101
0	05/12/22	40	Contamination vestimentaire, corporelle et matérielle lors de manipulation de déchets nucléaires
0	16/12/22	49	Démarrage aléatoire en mode « automatique » du groupe électrogène G1 de l'INB 49 lors de la réalisation de l'essai en charge des groupes électrogènes (CEP)
0	19/12/22	101	Absence de réalisation d'inspections périodiques sur des équipements sous pression de l'INB 101

Maîtrise des situations d'urgence

Le CEA a mis en place, à l'échelon national, une organisation qui lui permet de gérer, tout au long de l'année, des situations d'urgence réelles ou simulées.

Le directeur du centre est responsable de la gestion de crise pour chacun des sites dont celui de Saclay. Un Plan d'urgence interne (PUI) structure l'organisation et les réactions à prévoir en cas d'accident nucléaire ; il a été mis à jour et validé par l'ASN en 2014 pour prendre en compte le transfert à CIS bio international en la qualité d'exploitant nucléaire de l'INB et réviser l'ensemble du document, qui datait de 2005. Une nouvelle version de ce PUI a été soumise à l'ASN en 2021 et est en instruction.

Une permanence de commandement en cas de crise est assurée par un « directeur joignable » qui s'appuie sur un « cadre d'astreinte direction », tous deux mobilisables à tout moment.

Parallèlement à la présence des agents de sécurité et aux moyens d'intervention de la Formation locale de sécurité (FLS) assurés 24heures sur 24, des permanences pour motif de sécurité sont organisées en dehors des heures normales de travail (horaires collectifs du site).

Elles sont assurées notamment par la présence sur site de personnels du Service de protection contre les rayonnements et de surveillance de l'environnement (SPRE) , et des INB. Ces permanences sont complétées par un système d'astreinte à domicile mis en place dans les services susceptibles d'intervenir dans la gestion de la crise (INB, CCSIMN, SPRE, services supports, etc.).

Le site de Saclay dispose d'un Poste de commandement direction local (PCDL) maintenu opérationnel de façon permanente ainsi qu'un poste de repli. À la demande du directeur, ils peuvent être créés à tout moment pour accueillir l'équipe de direction et les équipes spécialisées nécessaires à la gestion de crise : sûreté nucléaire, radioprotection et surveillance de l'environnement, soutien logistique, intervention incendie et protection physique. Une partie de ces experts peuvent être amenée à participer à la gestion de crise à distance via les outils de communication robuste développés pendant la période COVID.

2022 a été une année de retour à une situation sanitaire « normale » en terme de gestion de crise.

Le centre qui a massivement déployé le télétravail et les outils informatiques indispensables à la continuité de ses activités dans la période COVID, bénéficie du retour d'expérience pour la gestion des événements.

En 2022, plusieurs exercices impliquant les installations nucléaires et les services d'intervention internes ainsi qu'un exercice de crise PUI (29 mars 2022) ont pu être organisés.

Description de l'exercice du 29 mars 2022

Un exercice sûreté (chute d'avion avec incendie) a été réalisé à l'INB35. Il avait pour objectif de tester l'organisation et la coordination des diverses interfaces ainsi que le dispositif prévu en cas de crise concernant la sûreté nucléaire pouvant conduire à des conséquences radiologiques sur l'installation et l'environnement.

Le scénario était le suivant : Un avion Cessna confronté à des problèmes moteurs au décollage de l'aérodrome de Toussus le Noble venait s'écraser sur l'INB35.

Une prise en compte du risque sécuritaire lié à une menace interne ou externe était prise en compte intégrant la stratégie d'action de la FLS en phase réflexe.

L'exercice s'est déroulé en 2 Phases :

- Phase réflexe : prise en charge des victimes, remise en confinement, mise en protection des INB,
- Phase réfléchie : Elaboration d'un plan d'intervention concerté dans la zone.

Formations et préparations à des situations accidentelles particulièrement stressantes

En complément aux nombreux exercices mettant en œuvre un PUI, des exercices techniques sont réalisés au titre de la réglementation au niveau des INB et ICPE. La formation et la préparation des acteurs à des situations stressantes sont notamment assurées par :

- La formation « Gestion des situations de crise : rôle des membres des postes de commandement » dispensée par l'INSTN en deux sessions de trois jours par an. L'objectif principal est d'acquérir les connaissances permettant aux différents acteurs, membres des postes de commandement, de se préparer à gérer une situation de crise lors d'un exercice de nuit avec relève (2 sessions en 2019, 2 en 2021, 2 en 2022). Il n'y a pas eu de session en 2020 suite à la pandémie.
- Une évolution permanente des fiches réflexes (et procédures) pour l'ensemble des postes tenus au PCD-L. Ces fiches réflexes sont destinées à engager les premières mesures et permettre aux différents acteurs de s'approprier progressivement la gestion de crise par une réflexion rendue possible grâce aux automatismes des premières actions mises en œuvre.
- Une formation des cadres de direction. Dispensée en interne depuis 2018 à tous les directeurs et cadres de direction d'astreinte intégrant le tour d'astreinte, elle s'appuie sur des procédures, modes opératoires et fiches réflexes opérationnelles pour assurer une gestion optimale des premières minutes à la première heure de crise

10

Informations communications

La Commission Locale d'Information (CLI) des installations nucléaires du plateau de Saclay

Une CLI (Commission locale d'information) est un lieu de suivi, d'information et de concertation reconnu en matière de sûreté nucléaire et s'intéresse aux impacts des installations du site sur les personnes et sur l'environnement de façon transparente et indépendante.

Initiée et pilotée par le Département de l'Essonne en 1998, la CLI de Saclay s'est ensuite inscrite dans un cadre réglementaire, dans un premier temps par la loi n° 2006-686 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, puis dans le Code de l'Environnement (Article L. 125-17). En effet, ces instances sont devenues obligatoires autour de chaque site nucléaire avec des responsabilités importantes dans la transmission de l'information à la population.

La CLI est composée des élus locaux, des exploitants, de membres d'associations de défense de l'environnement, de représentants syndicaux et enfin d'experts qualifiés dans le domaine du nucléaire (IRSN, ASN, IFFO-RME, experts indépendants...). Elle se réunit au minimum 2 fois par an en réunion plénière afin de discuter de l'évolution des installations nucléaires du plateau de Saclay (rapports annuels, rapports environnementaux, événements significatifs, mises à l'arrêt, démantèlement...). Une lettre de la CLI est également publiée et diffusée chaque année.

La totalité du périmètre de la CLI concerne près de 175 000 habitants répartis sur 20 communes et 2 départements :

- 13 communes essonniennes (plus de 137 000 habitants): Bievres, Bures-sur-Yvette, Gif-sur-Yvette, Gometz-la-Ville, Gometz-le-Châtel, Igny, Les Ulis, Orsay, Palaiseau, Saclay, Saint-Aubin, Vauhallan et Villiers-le-Bâcle sont concernées pour le département de l'Essonne.
- 7 communes yvelinoises: Jouy-en-Josas, Les Loges-en-Josas, Toussus-le-Noble, Châteaufort, Buc, Magny-les-Hameaux et Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

La CLI organise régulièrement des réunions plénières ouvertes au public.

À la demande de la CLI, le CEA produit régulièrement des tableaux de bord comportant des indicateurs de suivi de l'avancement des chantiers d'assainissement et de démantèlement, de dosimétrie du personnel, du nombre d'événements déclarés, de surveillance des rejets et d'un certain nombre d'indicateurs environnementaux. Ces tableaux permettent de disposer d'informations pertinentes relatives aux impacts du démantèlement sur l'Homme et l'environnement. Ils facilitent également les missions de communication de la commission vers le public puisqu'ils sont en ligne.

Des visites dans les installations en lien avec les opérations d'assainissement, de tri et d'évacuation de déchets sont organisées pour les membres de la CLI.

Le site Internet de la CLI permet de connaître ses missions, sa composition, ses travaux: cli@cd-essonne.fr

Site du Bouchet

Les trois communes d'Itteville, de Ballancourt-sur-Essonne et de Vert-le-Petit, voisines des anciens sites CEA du Bouchet sont associées à la CLI des installations nucléaires du plateau de Saclay. Bien qu'il n'existe plus d'installation nucléaire, ces sites disposés autour de l'ancienne usine de traitement de minerais d'uranium du Bouchet sont concernés par la thématique de l'assainissement des sols, des déchets très faiblement radioactifs (TFA) et des déchets faiblement radioactifs à vie longue (FA-VL). Au sein de la CLI, un groupe de travail se réunit pour faire le point des résultats de la surveillance du site. La dernière réunion s'est tenue le 19 novembre 2019 à la mairie de Ballancourt pour faire le point des résultats de la surveillance de l'année écoulée.

La CLI Saclay s'est réunie en séances plénières le 12 mai et le 14 novembre 2022. Au cours de ces séances ont été présentés et discutés :

- Les rapports TSN du CEA et de Cis bio international,
- Le bilan de la sûreté des INB du CEA Paris-Saclay, site de Saclay,
- Les événements significatifs liés à l'environnement du site de Saclay

Rapport TSN

Conformément à l'article L125-15 du code de l'environnement qui reprend l'article 21 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite loi TSN), un rapport public annuel sur la sûreté nucléaire et la radioprotection est établi par chaque exploitant d'installation nucléaire de base.

Ce bilan annuel dit « rapport TSN » présente les dispositions prises en matière de sûreté et de radioprotection, les événements significatifs déclarés, les résultats des mesures des rejets liquides et gazeux et leur impact sur l'environnement ainsi que la synthèse des déchets radioactifs entreposés dans les installations nucléaires de base.

Le rapport TSN est présenté à la CLI et diffusé auprès de ses membres. Il est également accessible sur le site internet du site CEA de Saclay (CEA PARIS-SACLAY - Accueil).

La diffusion du rapport TSN est accompagnée d'une plaquette « Saclay, Bilan environnemental » qui présente une synthèse des rejets et des résultats de surveillance des différents milieux environnementaux.

Rapport Environnement

En complément du rapport TSN, le rapport environnemental est également communiqué à la CLI et mis en ligne sur le site Internet du CEA site de Saclay (CEA PARIS-SACLAY - Accueil).

Information du public sur les mesures de radioactivité réalisées par le CEA Paris-Saclay

Le centre CEA de Saclay transmet mensuellement à l'IRSN ses résultats de mesures réglementaires de la radioactivité de l'environnement en vue d'alimenter le réseau national de mesures (www.mesureradioactivite.fr). Ce réseau intègre l'ensemble des résultats issus des laboratoires agréés par l'ASN, satisfaisant à la norme NF EN ISO/CEI 17025 et aux essais interlaboratoires organisés périodiquement par l'IRSN. C'est le cas des laboratoires du SPRE du CEA de Saclay qui sont également accrédités par le COFRAC (Comité français d'accréditation) pour un nombre significatif d'analyses d'éléments radioactifs et chimiques.

Autres actions de communication

Le CEA Saclay informe de ses activités l'Autorité de sûreté nucléaire, la préfecture, la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE), l'IRSN, les communes voisines et la CLI ainsi que ses divers partenaires parties prenantes du développement du plateau de Saclay.

Le site de Saclay est également présent sur internet via son site (CEA PARIS-SACLAY - Accueil). Il relaie également son actualité scientifique et culturelle sur les réseaux sociaux Facebook et Twitter (@CEASaclay).

Par ailleurs, des conférences scientifiques, les « Cyclopes » et « Cyclopes Juniors », sont régulièrement organisées en afin de faire découvrir au grand public les recherches menées sur le site. Ces conférences sont diffusées dans leur intégralité sur la chaîne YouTube du CEA site de Saclay.

Annexe 1

Glossaire

ANDRA: Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

ASN: Autorité de Sûreté Nucléaire

CERES: Code d'Évaluations Rapides Environnementales et sanitaires

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

DBO5: 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 l'environnement

ICPE: Installation classée pour la protection de l'environnement

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-chimique

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

LQ: Limite de quantification

L3MR: Laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides

MA: Moyenne activité

MES: Matières en Suspension

MTD: Meilleure 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

SCORE: Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement

SD: Seuil de décision

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

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

Figure 2: Implantation géographique du site de Saclay;

Figure 3: Activités de R&D sur le site de Saclay;

Figure 4: Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets du site de Saclay;

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

Figure 6: Évolution des différentes catégories de rejets radiologiques atmosphériques des installations du site de Saclay;

Figure 7: Répartition par installation des activités en gaz rares, tritium, carbone 14 et autres émetteurs bêta gamma;

Figure 8: Répartition mensuelles des activités du site de Saclay en gaz rares et en Krypton-85;

Figure 9: Répartition par installation des rejets en tritium et carbone 14 du site de Saclay;

Figure 10: Évolution depuis 2021 des rejets du site de Saclay en composés chimiques réglementés;

Figure 11: Implantation des tours aéroréfrigérantes (TAR) sur le site de Saclay;

Figure 12: Évolution des émissions de dioxyde de carbone de 2006 à 2022;

Figure 13: Répartition par installation des activités dans les rejets liquides;

Figure 14: Évolution des différentes catégories de rejet radiologique en sortie de site de Saclay;

Figure 15: Évolution depuis 2018, des volumes rejetés dans l'environnement;

Figure 16: Les lieux et fréquences des prélèvements;

Figure 17: Roses des vents 2022 toutes vitesses confondues en fonction du type de vent;

Figure 18: Localisation des stations de surveillance atmosphérique;

Figure 19: Évolution de l'activité moyenne mensuelle alpha mesurée au niveau des 4 stations de surveillance;

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

Figure 21: Débit d'équivalent de dose moyen en 2022 en périphérie du site de Saclay;

Figure 22: Mesure du tritium hebdomadaire au niveau de l'aqueduc des Mineurs et des étangs de Saclay;

Figure 23: Points de prélèvements d'eaux de surface;

Figure 24: Teneur en tritium des eaux de la nappa du droit du site de Saclay;

Figure 25: Évolution de l'activité en tritium des eaux de la nappe;

Figure 26: Concentration en trichloréthylène dans les eaux souterraines;

Figure 27: Concentration en tétrachloréthylène dans les eaux souterraines;

Figure 28: Concentrations en cis 1,2-dichloroéthylène (DCE) dans les eaux souterraines;

Figure 29: Localisation des points d'impact ciblés pour l'évaluation de l'impact du site.

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 R5;

Tableau 3: Limites annuelles autorisées en rejets atmosphériques;

Tableau 4: Limites mensuelles autorisées en rejets atmosphériques;

Tableau 5: Limites annuelles chimiques autorisées dans les rejets atmosphériques;

Tableau 6: Limites prévisionnelles de rejets radiologiques des INB du site de Saclay;

Tableau 7: Limites prévisionnelles de rejets chimiques des INB du site de Saclay;

Tableau 8: Rejets atmosphériques des installations du site de Saclay;

Tableau 9: Part des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay par rapport aux valeurs limites autorisées;

Tableau 10: Concentration maximum en chimique évaluée dans les rejets des INB au cours de l'année 2022 au regard des concentrations limites réglementaires;

Tableau 11: Quantité de biocides utilisés en 2021 et 2022 par les installations munies de TAR;

Tableau 12: Quantité de GES émise depuis 2018 par le site de Saclay pour le chauffage des bâtiments;

Tableau 13: Limites annuelles autorisées par installation en sortie de site dans les rejets liquides et volume de rejet autorisé;

Tableau 14: Activité et volume des rejets liquides des installations du site de Saclay

Tableau 15: Pourcentage des rejets liquides du site de Saclay par rapport aux limites autorisées;

Tableau 16: Activités des rejets liquides du site de Saclay en sortie de site comparées aux valeurs limites réglementaires de l'arrêté préfectoral d'exploitation du 25 septembre 2009 modifié et complété;

Tableau 17: Surveillance des activités radiologiques du réseau R7 en sortie de site;

Tableau 18: Concentrations et flux mesurés en R7 en 2022;

Tableau 19: Moyennes des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2022;

Tableau 20: Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2022;

Tableau 21: Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du site de Saclay en 2022;

Tableau 22: Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2022;

Tableau 23: Débit d'équivalent de dose annuel moyen;

Tableau 24: Mesures physico-chimiques effectuées en 2022 dans le plan d'eau de Villiers;

Tableau 25: Concentrations en émetteurs bêta-gamma des étangs;

Tableau 26: Concentrations chimiques mensuelles min, moy et max des étangs;

Tableau 27: Radioactivité artificielle des sédiments des étangs;

Tableau 28: Analyses chimiques des sédiments des étangs;

Tableau 29: Activités spécifiques des poissons;

Tableau 30: Activités des roseaux des étangs;

Tableau 31: Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan;

Tableau 32: Activité volumique en tritium dans les eaux souterraines;

Tableau 33: Analyses chimiques semestrielles et annuelles des eaux souterraines;

Tableau 34: Nature des mesures indépendantes réglementaires effectuées sur les réseaux du site;

Tableau 35: Résultats comparés des mesures en continu effectuées sur les réseaux du site par le CEA et par AQUAMESURE;

Tableau 36: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur les réseaux R3 et R7 du site par le CEA et

par SGS;

Tableau 37: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur les réseaux R5 et R8 du site par le CEA et par SGS;

Tableau 38: Résultats comparés des mesures en différé effectuées sur le réseau R4 du site par le CEA et par SGS;

Tableau 39: Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2022 du fait des rejets liquides des installations du site de Saclay;

Tableau 40: Détail par radionucléide de l'estimation annuelle de doses 2022 du fait des rejets atmosphériques des installations du site de Saclay;

Tableau 41: Déchets conventionnels;

Tableau 42: Consommations en eau;

Tableau 43: Evènements significatifs.

Annexe 4

Liste des définitions

14

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.

Bequerel (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.

Coagulation: À définir

Concentrat: À définir

DBO: la demande biologique en oxygène est le critère de pollution organique basé sur la quantité d'oxygène consommée sous incubation à 20°C et à l'obscurité pendant un temps de référence pour assurer l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau par voie biologique (en présence de microorganismes aérobies) 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 DBO5 est la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation conventionnellement utilisée.

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

Distillat: À définir

Effluents: matière rejetée sous forme gazeuse ou liquide.

Floculation: À définir

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).

Limite de quantification: A reprendre du TSN/Bilan de FAR

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

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

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

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

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

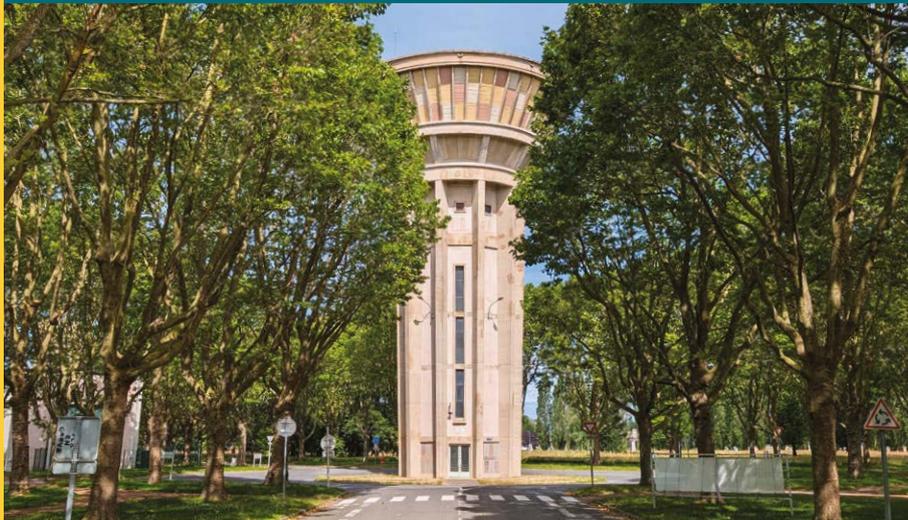
Sievert (Sv) : unité de mesure de l'impact de la radioactivité sur la santé humaine ; elle s'exprime généralement en millisievert (mSv, millième de Sv).

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

Crédits photos: CEA
Réalisation: www.lezartscreation.com
Octobre 2024

Direction du centre
CEA Paris-Saclay
91191 Gif-sur-Yvette Cedex
Téléphone: 01 69 08 34 16 / Télécopie: 01 69 08 97 19
www.cea.fr

Rapport
environnemental
2022



Château d'eau Auguste Perret

cea