

2018 Rapport environnemental

Saclay

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

SACLAY

Sommaire

CHAPITRE 1 - CEA PARIS-SACLAY 5
- Un grand centre de recherche pluridisciplinaire 5
- Un acteur économique important 6
- Un site ouvert sur son environnement 7

CHAPITRE 2 - LES PRINCIPALES INSTALLATIONS DU CEA SACLAY 9
- Les installations nucléaires de R&D 10
- Les ICPE de R&D 11
- Les installations nucléaires de service 16
- Les ICPE de service 17
- Les installations nucléaires et ICPE à l'arrêt ou en démantèlement 19
- Autres installations de service 22

CHAPITRE 3 - CADRE RÉGLEMENTAIRE 23
- Autorisations de rejets 24
- Prescriptions relatives à la surveillance environnementale 28

CHAPITRE 4 - REJETS ATMOSPHÉRIQUES 29
- Émissaires de rejets atmosphériques 29
- Maîtrise des rejets atmosphériques 31
- Mesures de la radioactivité des rejets atmosphériques 31
- Mesures chimiques des rejets atmosphériques 38

CHAPITRE 5 - REJETS LIQUIDES 41
- Les différents effluents liquides du centre 41
- Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets liquides 42
- Mesures de la radioactivité des rejets liquides 43
- Mesures chimiques des rejets liquides 51

CHAPITRE 6 - IMPACT DES REJETS 55
- Impact radiologique des rejets gazeux 55
- Impact radiologique des rejets liquides 59
- Impact radiologique des rejets liquides et gazeux 61
- Impact chimique des rejets 61

CHAPITRE 7 - SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT 63
La surveillance météorologique 64
La surveillance atmosphérique 65
Les eaux de pluie 67
Les sols du plateau 69
Les herbes du plateau 69
Les fruits et légumes du plateau 70
Le lait 71
L'irradiation ambiante 72
Le réseau hydrographique de surface 74
Les eaux souterraines 82

CHAPITRE 8 - SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDÉPENDANTES 98
Contexte réglementaire 98
Méthodologie du contrôle 99
Résultats des mesures 100

CHAPITRE 9 - MAÎTRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA SACLAY ET DE SON ENVIRONNEMENT 103
Démarche de management environnemental et de développement durable 103
Prévisions annuelles des rejets et de prélèvement de l'eau 104
Principales opérations de maintenance relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets 106
Gestion des solvants 106
Rejets gazeux non radioactifs : émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone et émissions de gaz à effet de serre 107
Déchets 108
Consommation d'eau 111
Composés organo-halogénés volatils – Caractérisation et dépollution des zones sud et ouest du centre 112
Maîtrise de l'évolution de l'environnement 113

CHAPITRE 10 - ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS ET ACTIONS CORRECTIVES 116
Événements significatifs déclarés à l'ASN division d'Orléans 116
Événements significatifs déclarés à la DRIEE et/ou à l'ASN division de Paris 120

CHAPITRE 11 - MAÎTRISE DES SITUATIONS D'URGENCE 121
Organisation de crise 121
Évaluations complémentaires de sûreté des INB et des moyens du centre 122
Rénovation du PCDL 122
Exercices de crise 123
Formations et préparations à des situations accidentelles particulièrement stressantes 124

CHAPITRE 12 - INFORMATION – COMMUNICATION 125
La commission locale d'information des installations nucléaires du plateau de Saclay (CLI) 125
Rapport TSN 128
Rapport environnemental 128
Information du public sur les mesures de radioactivité réalisées par le CEA Saclay 129
Autres actions de communication 130

CHAPITRE 13 - RAPPELS SUR LA RADIOACTIVITÉ 131
Les atomes : constituants de base de l'Univers 131
La radioactivité – Les rayonnements 131
Les unités de mesure de la radioactivité et de ses effets 133
La radioactivité naturelle 134
La radioactivité artificielle 134

E=MC215 136

GLOSSAIRE 140



C215 n°1

CEA PARIS-SACLAY

Site de SACLAY

UN GRAND CENTRE DE RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE

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. Plus au sud, distant d'un kilomètre, est implanté le site annexe de l'Orme des Merisiers sur la commune de Saint-Aubin. À l'est, à environ 5 kilomètres du centre principal, se trouve le site de Nano-Innov sur la commune de Palaiseau. À Orsay, au sein du centre hospitalier, se trouve le service hospitalier Frédéric Joliot. 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, est également rattaché au centre de Paris-Saclay.

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).

Construit à partir de 1948 sur le plateau de Saclay, le site Saclay est très vite devenu un centre de recherche de tout premier plan à l'échelle nationale et internationale.

Plus grand centre de recherche du commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), rassemblant près du quart de son potentiel de recherche, le site de Saclay 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. 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 et sur le développement et l'utilisation d'outils sophistiqués.

Les principales disciplines de recherche pratiquées sur le site de Saclay sont résumées sur le schéma suivant.

Direction générale et Directions fonctionnelles du CEA implantées à Saclay

Enseignement : INSTN

Unités support : protection, sécurité, environnement, soutiens technique et informatique, ressources humaines, finances

Recherche technologique

- Technologies numériques
- Mesures nucléaires
- Technologies du capteur et du signal
- Logiciels embarqués
- Robotique
- Nano technologies

Recherche fondamentale

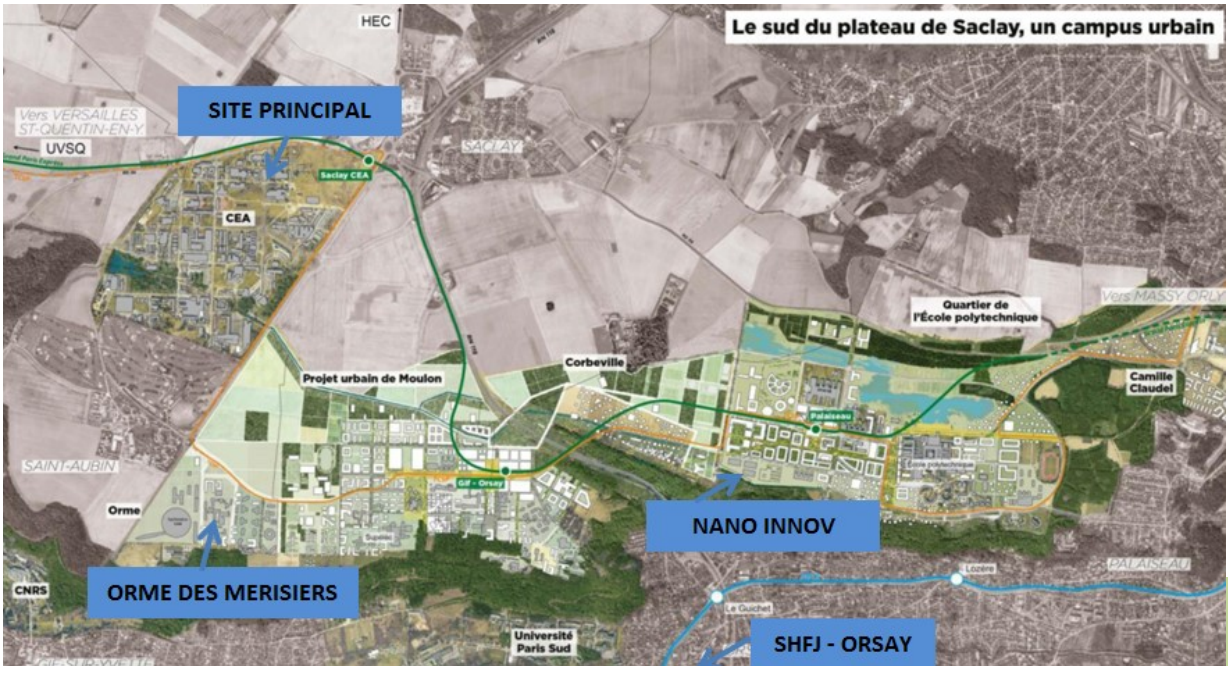
- Astrophysique
- Physique des particules
- Physique nucléaire
- Physique théorique
- Lasers
- Nanomatériaux
- Cryomagnétisme
- Chimie, physique
- Climat
- Environnement
- Etudes sur les protéines
- Pharmacologie
- Immunologie
- Imagerie médicale
- Maladies neurodégénératives
- Etudes sur les prions

Energie nucléaire

- Matériaux pour le nucléaire
- Mécanique des structures
- Physique des cœurs de réacteurs
- Etudes sismiques
- Analyses chimiques et physiques
- Corrosion
- Comportement des radioéléments
- Gestion des déchets nucléaires
- Nouvelles générations de réacteurs

UN ACTEUR ÉCONOMIQUE IMPORTANT

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 : énergies bas carbone, climat et environnement, santé, recherche technologique, conception et réalisation de très grandes infrastructures de recherche, le site de Saclay est un acteur important sur le plan national.



Par sa taille, l'établissement de Saclay du CEA Paris-Saclay est aussi un acteur économique important sur le plan local.

Avec plus de 7 500 personnels, le site de Saclay compte environ 4 300 salariés en contrat à durée indéterminée, 1 000 salariés en contrat à durée déterminée, essentiellement des chercheurs doctorants ou post-doctorants et près de 600 collaborateurs extérieurs (CNRS, INSERM, universités). Le centre accueille environ 600 stagiaires universitaires, héberge plusieurs entreprises représentant environ 600 salariés et de l'ordre de 800 salariés d'entreprises extérieures interviennent chaque année sur le site.

Le site de Saclay c'est aussi plus de 700 salariés pratiquant des activités d'enseignement dans les écoles ou universités.

Ilréalise chaque année environ 250 M€ de commandes auprès de plus de 3 000 fournisseurs.

En considérant les emplois directs (salariés sous contrat CEA), les emplois indirects produits par les achats du centre et les emplois induits par la consommation des salariés, l'impact socio-économique du site de Saclay est estimé à près de 10 000 emplois.

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

UN SITE OUVERT SUR SON ENVIRONNEMENT

Avec ses implantations historiques : le site principal et le site de l'Orme des Merisiers, le service hospitalier Frédéric Joliot à Orsay, le CEA est installé de longue date sur le plateau de Saclay. Plus récemment, le site de Nano Innov à Palaiseau a rejoint l'emprise du centre.

Tous les sites du CEA accueillent beaucoup de collaborateurs d'autres organismes, notamment dans le cadre des nombreuses unités de recherche constituées avec le CNRS, l'INSERM, l'Ecole Polytechnique, les universités, … Réciproquement, de nombreux chercheurs du CEA sont présents dans d'autres établissements voisins (CNRS à Gif-sur-Yvette et à Digitéo-Moulon, Ecole Polytechnique, …) ou plus éloignés comme par exemple le GANIL à Caen et d'autres laboratoires en France et à l'étranger.

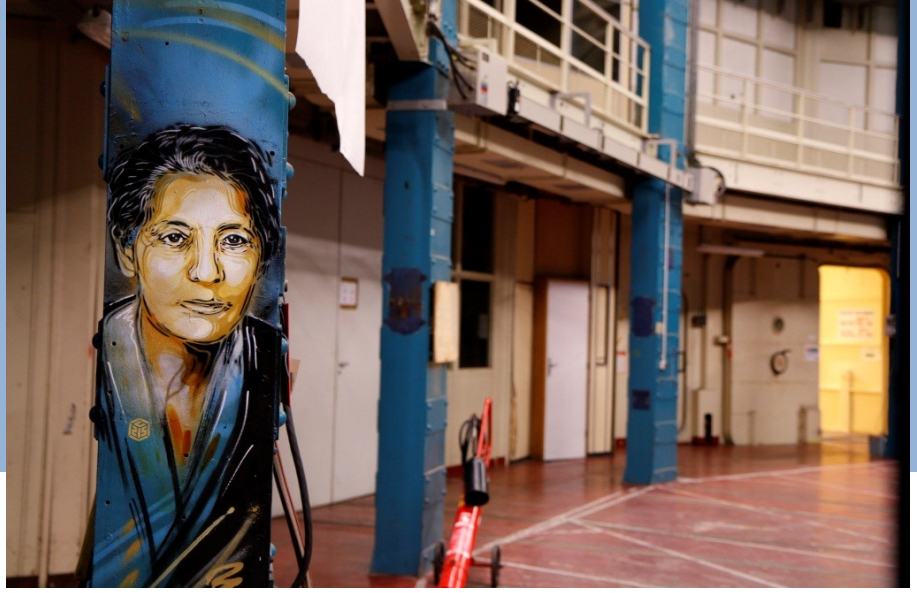
Le plateau de Saclay est un des principaux secteurs concernés par l'opération d'urbanisme d'intérêt national (OIN) « Massy Saclay Versailles Saint-Quentin en Yvelines », lancée en 2009, qui rassemble 27 communes. Cette opération a pour objectif le développement économique de la région en associant développements scientifique, technologique et urbanisation tout en préservant la vocation agricole des terres du plateau.

Au sein de ce projet, le CEA prend toute sa part dans le développement plus particulier de l'opération « Campus » et ses nombreux établissements de recherche et d'enseignement qui sont rassemblés depuis le 29 décembre 2014 au sein de la communauté d'universités et d'établissements « Université Paris-Saclay ». Le CEA contribue à la dynamique collective qui s'est mise en place entre les partenaires du Campus, en y apportant notamment son expérience de la chaîne de l'innovation, son excellence scientifique et ses plateformes de recherche.

Depuis quelques années, cette ouverture du site de Saclay se manifeste également 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'INSTN, Neurospin, Doséo, la voie de transport en commun en site propre (TCSP), le prochain bâtiment Neurosciences, symbolise bien l'ouverture du site sur le plateau de Saclay.





C215 n° 2

LES PRINCIPALES INSTALLATIONS DU CEA SACLAY

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 on dénombrait au 31 décembre 2018 :

- **8 installations nucléaires de base** (INB) ;
- **27 installations classées pour la protection de l'environnement** (ICPE) selon la nouvelle réglementation du Code de l'environnement dont :
    - 13 lots installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) selon la nouvelle réglementation du Code de l'environnement (2797 et 1716), soumis à autorisation, dont 2 lots « non radioactifs », (1 lot comprenant 2 rubriques 2910 et 3110 pour la chaufferie et 1 rubrique 4110 pour les produits chimiques toxicité aigüe catégorie 1).
    - 13 lots ICPE soumis à déclaration et 1 lot ICPE soumis à enregistrement.
    - Une ICPE enregistrée, implantée dans la commune de Saudron (52), est également rattachée au centre CEA de Saclay.
- **38 lots (ex-ICPE)** contenant des sources scellées soumis au Code de la santé publique ;
- **des dizaines d'installations classiques** regroupant des laboratoires, des ateliers et des bureaux répartis dans plus de 180 bâtiments.

La conduite des activités de recherche du CEA Saclay nécessite 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 de 50 MW, 1 station de traitement des effluents sanitaires, 1 station de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée.
Les principales installations réglementées vis-à-vis de la protection de l'environnement mentionnées dans ce rapport sont décrites ci-après.

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE R&D

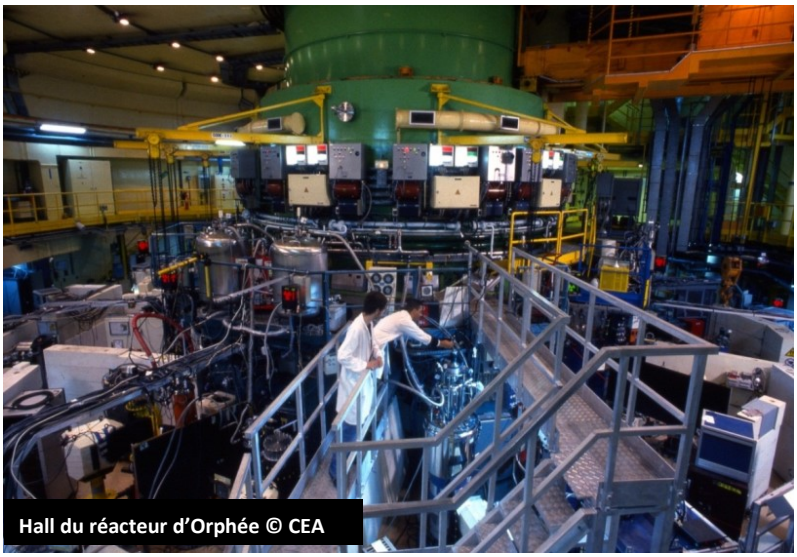
INB 50 - LECI - LABORATOIRE D'ÉTUDE DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS


LECI – Ligne M © L. Zylberman/CEA

Construit en 1959, Le LECI, laboratoire d'étude des combustibles irradiés (INB 50), est un laboratoire de la direction de l'énergie nucléaire permettant l'analyse du comportement mécanique et métallurgique d'échantillons de matériaux ou de combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires de recherche ou de puissance. Le lieu est devenu un laboratoire matériaux depuis 1994.. Régulièrement rénovée et agrandie en 2005, avec la mise en service d'une nouvelle ligne d'enceintes blindées, la ligne M, l'installation est constituée de trois lignes d'enceintes blindées communiquant entre elles dans lesquelles sont effectuées les expertises. Elle dispose d'équipements scientifiques qui placent ce laboratoire au meilleur niveau international de la recherche sur les matériaux pour le nucléaire et en font une installation unique en Europe.

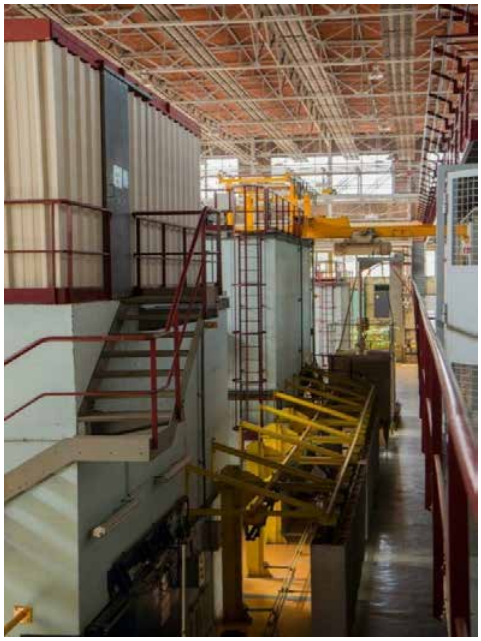
INB 101 - ORPHÉE - RÉACTEUR A FAISCEAUX DE NEUTRONS DESTINÉ A LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Mis en service en 1980, le réacteur de recherche Orphée (INB 101), d'une puissance de 14 MW thermiques, est dédié à la production de faisceaux de neutrons pour la recherche scientifique. Ces faisceaux sont principalement utilisés en diffraction neutronique pour l'étude de la structure de la matière condensée. Ils permettent également le contrôle non destructif de certains composants utilisés par l'industrie spatiale (neutronographie), l'analyse par activation dont les applications sont multiples (médecine, archéologie, toxicologie…) et des irradiations industrielles (industrie électronique). Exploité par la direction de l'énergie nucléaire,


Hall du réacteur d'Orphée © CEA

ORPHEE est un outil essentiellement dédié aux recherches de la direction de la recherche fondamentale.

INB 77 - Poséidon - Irradiateur gamma



Créée en 1972, l'INB 77 comprend des installations d'irradiation, essentiellement l'irradiateur Poséidon utilisant des sources de haute activité de cobalt 60 (^{60}Co) permettant de produire de forts débits de dose et de fortes doses. Il est entouré de l'irradiateur Pagure et de l'accélérateur Van de Graaf Vulcain qui le complètent dans ses fonctions. Exploitées par la direction de l'énergie nucléaire, ces installations sont utilisées pour des études de qualification de matériels ou matériaux pour les réacteurs nucléaires ainsi que pour des prestations de radiostérilisation de produits à usage médical.

LES ICPE DE R&D

DPC 391 (Lot 19) – Installation Actinéo

L'installation Actinéo, du LANIE (laboratoire de développement analytique, nucléaire, isotopique et élémentaire) de la direction de l'énergie nucléaire, installée dans le bâtiment 391, rassemble des moyens analytiques performants, utilisés aux fins de caractérisation précise des matériaux et combustibles irradiés pour la recherche et le soutien à l'industrie nucléaire. Travaillant sur des échantillons radioactifs, les instruments d'analyse chimique et isotopique de grande précision sont nucléarisés et exploités dans des enceintes de protection. Les compétences du LANIE ont conduit l'AIEA à le qualifier en 2014 pour intégrer son réseau de laboratoires support *NWAL (Network of Analytical Laboratories)*, marquant ainsi un haut niveau de reconnaissance.



Vue panoramique de l'installation Actinéo – M. Stroppa © CEA

Une autre voie d'étude concerne le développement de microsystèmes chimiques et analytiques qui, en permettant de réduire très fortement les quantités d'échantillons et par voie de conséquence la radiotoxicité des analyses, présente un grand intérêt pour l'analyse et le contrôle dans l'industrie nucléaire.

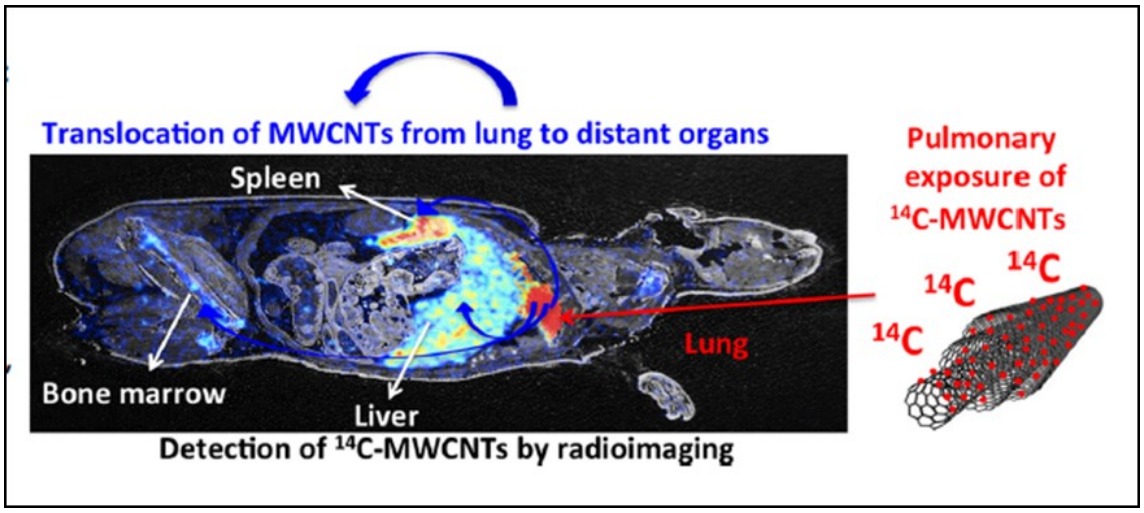
DPC 450 (Lot 20) – Laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides

Le laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides (L3MR) de la direction de l'énergie nucléaire étudie, dans ce domaine, les phénomènes physiques de transport et les phénomènes chimiques d'interactions entre les radionucléides et les matériaux. La compréhension et la modélisation des processus de migration sont largement mises au service des études relatives au stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde, qui nécessitent de prédire la migration des radionucléides sur plusieurs centaines de milliers d'années *à minima*. Cette compétence est aussi mise au service des études de remédiation ou des évaluations de site, de l'étude du transfert des radio-contaminants dans les installations industrielles (réacteurs nucléaires, entreposage…).

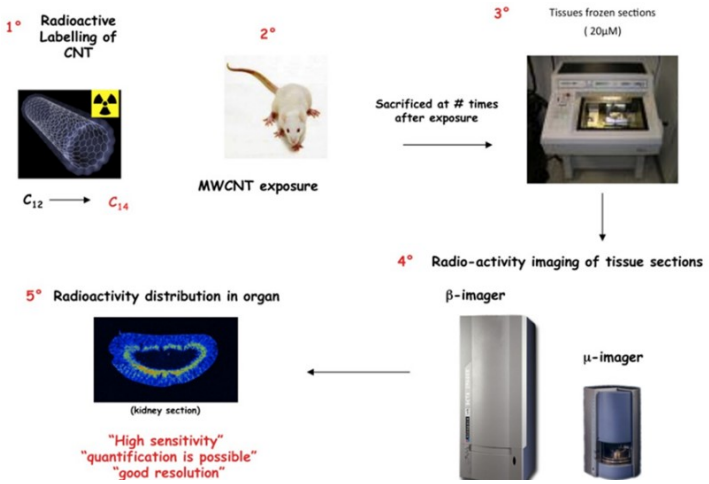

Vue d'ensemble du L3MR © Jacques Page/CEA

SCBM (Lot 23) – Service de chimie bio-organique et de marquage

Le service de chimie bio-organique et de marquage (SCBM) est un laboratoire de la direction des sciences du vivant travaillant essentiellement dans le domaine de la chimie organique appliquée à la biologie. Ses études portent sur le développement de nouvelles méthodologies en synthèse organique, l'identification, la caractérisation et la synthèse de molécules bio-actives, la chimie combinatoire et le criblage à haut débit. Il utilise largement les techniques de marquage isotopique au tritium et au carbone 14. Bien que l'essentiel de ses activités concerne la recherche à finalité médicale, les compétences spécifiques de ce laboratoire dans le domaine du marquage isotopique sont également utilisées dans d'autres domaines comme la caractérisation des nanomatériaux et leur devenir *in vivo* (photo ci-après).



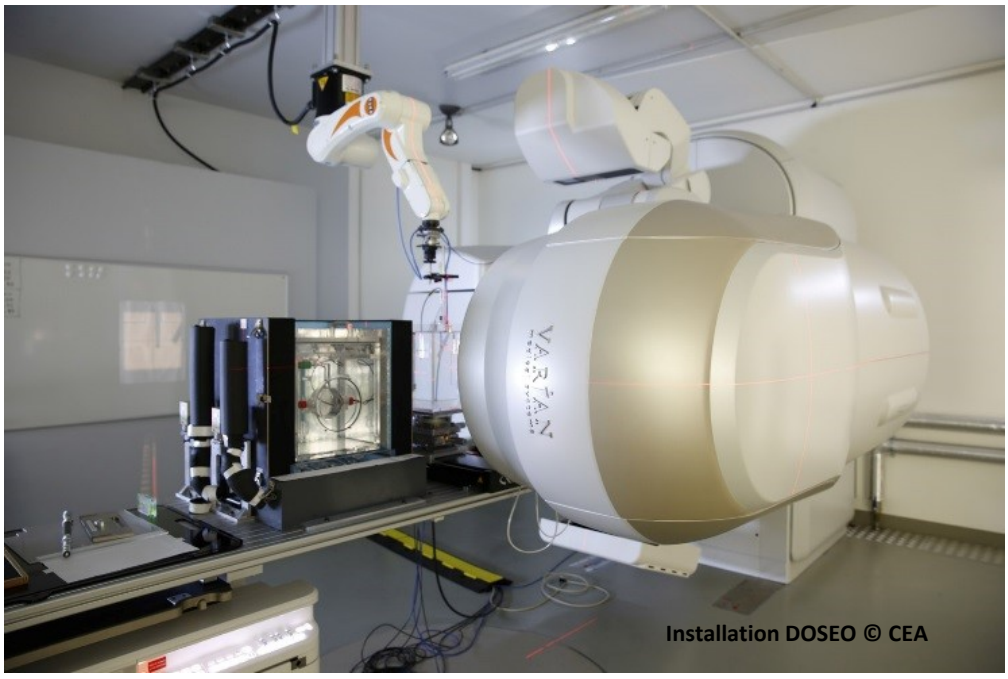
SIMOPRO (LOT 15) – SERVICE D'INGÉNIERIE MOLÉCULAIRE DES PROTÉINES



Le service d'ingénierie moléculaire des protéines travaille, au sein de la direction des sciences du vivant, à la mise au point de molécules originales, de nature protéique ou pseudo-peptidique, pouvant avoir des applications en santé humaine. Les travaux d'ingénierie réalisés s'inspirent d'une connaissance approfondie, au niveau moléculaire, des mécanismes d'action de protéines naturelles, qu'elles soient exprimées dans des pathologies humaines, utilisées dans des voies de biosynthèse ou bien présentes dans la nature en y exerçant une activité toxique pour l'homme. La compréhension des mécanismes moléculaires supportant la fonction de ces protéines s'appuie en partie sur l'utilisation de faibles quantités de marqueurs radioactifs (^{3}H et ^{14}C essentiellement).

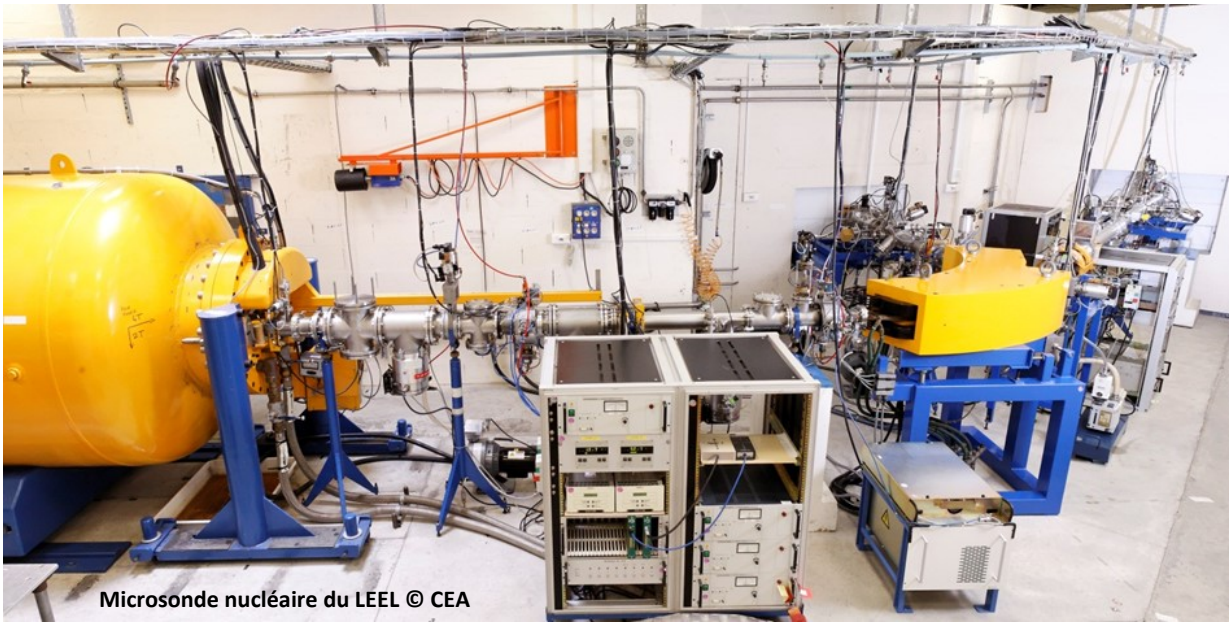
LNHB (Lot 1) – Laboratoire national Henri-Becquerel – métrologie des rayonnements ionisants – installation DOSÉO

DOSEO est une plate-forme unique d'innovation, de formation et de services, dédiée aux technologies de la radiothérapie et de l'imagerie médicale. Les scientifiques de DOSEO mettent leurs compétences en simulation, calcul, optimisation et métrologie de la dose au service du développement de logiciels et d'instrumentations dédiés. Leur objectif est de personnaliser les traitements de radiothérapie et les protocoles d'imagerie, en adaptant au cas par cas les doses nécessaires. Les logiciels permettent également de contrôler la dose délivrée en temps réel ou *à posteriori*, pour une sécurité optimale. DOSEO propose en outre des formations, des tests et des mises au point de produits ou de protocoles. Elle dispose de moyens technologiques de pointe parmi lesquels deux accélérateurs médicaux, un scanner, ainsi que de nombreux moyens de mesure. DOSEO inclut notamment une équipe du laboratoire français de référence en métrologie des rayonnements ionisants (LNHB).



Installation DOSEO © CEA

LEEL (Lot 28) – Laboratoire d'étude des éléments légers (ex-LPS) – Nanosciences et innovation pour les matériaux, la bio-médecine et l'énergie



Microsonde nucléaire du LEEL © CEA

Le Laboratoire d'Étude des Éléments Légers 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. Outre une mission d'accueil de la communauté de recherche nationale, le LEEL poursuit des activités de recherche sur l'étude du rôle et du comportement des éléments légers dans les systèmes développés pour les énergies bas carbone (piles à combustible, batteries, matériaux du nucléaire).

Le LEEL est intégré au service NIMBE (Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la biomédecine et l'Énergie) de l'Institut Rayonnement Matière de la direction des sciences de la matière (IRAMIS).

INB 35 - Entreposage et traitement des effluents liquides radioactifs par évaporation puis cimentation des concentrats

La station de traitement des effluents liquides radioactifs a accompagné depuis l'origine du centre le développement de ses activités nucléaires. Depuis sa construction, en 1955, elle a connu 3 générations de procédés de traitement, les deux premiers arrêtés respectivement en 2003 et 2008 sont en cours de démantèlement. En 2011, une nouvelle station dénommée STELLA est entrée en exploitation : nouvelle installation d'évaporation et nouvel atelier de cimentation des concentrats d'évaporation. Des stocks d'effluents radioactifs anciens sont entreposés dans le périmètre de l'INB 35 en attendant d'être traités, selon leur nature, soit dans celle-ci, soit dans d'autres installations.



Vue générale de l'INB 35 © E. Guerre/CEA

INB 72 - Caractérisation, conditionnement et entreposage des déchets solides radioactifs

La station de traitement des déchets solides a accompagné le développement des activités du centre depuis son origine. L'INB 72 est une installation qui a pour rôle de traiter le flux courant des déchets radioactifs produits par les activités scientifiques et techniques du CEA Saclay. Elle assure la caractérisation, le conditionnement et l'envoi des déchets solides radioactifs vers les filières d'élimination. Elle est aussi le lieu d'entreposage de déchets historiques : déchets technologiques, sources radioactives, combustibles irradiés, objets au radium progressivement évacués.

Fin 2015, le CEA a transmis au ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie une demande d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de cette installation. L'INB 72 devrait donc cesser prochainement de recevoir des déchets d'autres installations, mais elle fonctionnera encore de longues années pour éliminer les déchets qui y sont entreposés.



INB 72 – Vue générale depuis le plan d'eau de Villiers © E. Guerre/CEA

LES ICPE DE SERVICE

ADEC (LOT 16) – ATELIER DE DÉCONTAMINATION ET D'EXPERTISE DES COLIS



Maintenance de citerne à l'ADEC © CEA

L'Atelier de Décontamination et d'Expertise des Colis (ADEC) est une installation disposant d'infrastructures permettant d'accueillir diverses activités en support au fonctionnement des activités nucléaires du centre. Elle dispose d'ateliers de capacité importante pouvant recevoir des matériels volumineux pour réaliser notamment des opérations d'entretien ou de décontamination. Ces capacités ont longtemps été mises à profit pour réaliser également des expertises de colis de déchets pour le compte de l'Agence Nationale de gestion des Déchets RAdioactifs (ANDRA).

Aujourd'hui, l'installation permet l'entreposage de colis de déchets FA/MA en caisson avant leur prise en charge par le 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.

Un chantier de conditionnement de tous les déchets présents dans les locaux ainsi qu'une opération de traitement des effluents entreposés dans les cuves de l'installation ont débuté en juillet 2015. Ces opérations, qui se dérouleront sur 5 ans, devront permettre la diminution du terme source de

l'installation pour y mener ultérieurement les opérations de démantèlement des procédés et d'assainissement des structures. Ponctuellement les infrastructures de l'installation sont utilisées pour la maintenance et les épreuves périodiques des citernes d'effluents radioactifs.

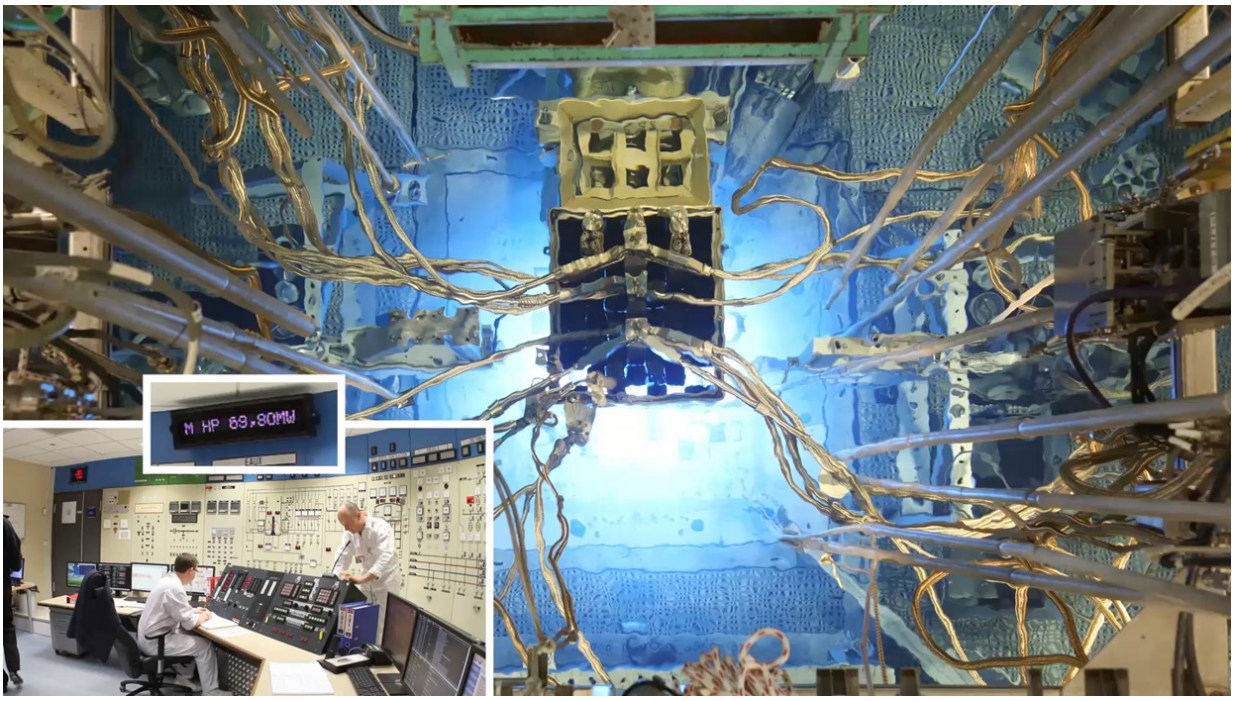
CHAUFFERIE


Chaufferie du CEA-Saclay © CEA

Le réseau de chauffage du CEA Saclay, constitué de 27 km de conduites, 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 NO_x », fonctionnement au gaz naturel (fioul domestique en secours).

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET ICPE A L'ARRET OU EN DÉMANTÈLEMENT

INB 40 - OSIRIS - RÉACTEUR D'IRRADIATION TECHNOLOGIQUE DESTINÉ A LA RECHERCHE APPLIQUÉE NUCLÉAIRE



En 2016, suite à l'arrêt définitif du réacteur le 16 décembre 2015, les premières opérations dites « préparatoires à la mise à l'arrêt définitif » et au démantèlement ont été engagées (démontage des dispositifs expérimentaux, déchargement et évacuation du combustible).

Mis en service en 1966, Osiris était un réacteur expérimental, de type piscine, d'une puissance de 70 MW thermiques. Il a constitué un outil important de soutien technologique à l'exploitation du parc actuel des réacteurs nucléaires de production d'électricité ainsi qu'au développement des réacteurs de 3e et 4e génération. Ce soutien s'est matérialisé par la réalisation d'irradiations de combustibles et de matériaux dans des conditions permettant d'étudier leur comportement soit en cours d'irradiation soit de manière différée dans les laboratoires spécialisés comme ceux de l'INB 50 (LECI) à Saclay.

Les possibilités d'irradiation d'Osiris ont également été mises à profit pour la production de radioéléments à usage médical, en particulier le molybdène 99 (^{99}Mo) qui produit par décroissance le technétium 99m (^{99m}Tc) utilisé dans près de 75 % de l'ensemble des examens de scintigraphie. La production d'OSIRIS a pu couvrir jusqu'à environ 10 % de la demande mondiale.

Dans l'enceinte d'Osiris se trouve également l'installation ISIS, maquette neutronique d'une puissance de 700 kW, utilisée aujourd'hui à des fins de formation et d'enseignement qui poursuit son fonctionnement jusqu'à l'horizon 2019.

INB 49 - Laboratoires de haute activité (LHA)

Construits à partir de 1956, les LHA, laboratoires de haute activité (INB 49), en cours de démantèlement, avaient pour mission de mettre à disposition des unités utilisatrices du CEA des locaux permettant l'implantation d'expérimentations à caractère radioactif. Cette installation est passée en



Vue générale de l'INB 49 © G. France/CEA

phase de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (décret du 18 septembre 2008), et la réalisation des opérations nécessaires pour obtenir le déclassement de cette INB est en cours. Ses locaux se composent de cellules, aujourd'hui en majorité vides, en cours d'assainissement. Les activités nucléaires qui perdureront dans ce bâtiment après l'obtention du déclassement de l'INB relèvent du régime des ICPE (cellules 6 et 7). La cellule 6 abrite les activités du LASE (Laboratoire d'Analyse en Soutien aux Exploitants) chargé du soutien analytique à tous les niveaux des procédés de collecte, d'entreposage et de traitement des effluents liquides ou des déchets solides du CEA Saclay. Le LASE intervient également en appui des opérations d'assainissement et démantèlement du CEA et ses partenaires.

INB 18 - Ulysse - Réacteur d'enseignement a l'arret

Réacteur expérimental de très faible puissance (100 kW), Ulysse a été pendant 46 ans un outil d'enseignement qui a formé des générations de techniciens et d'ingénieurs nucléaires. Arrêté depuis février 2007, son combustible a été évacué en 2008.

Ulysse a reçu au mois d'août 2014 son décret d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement. Les travaux ont débuté fin 2015 et doivent être achevés dans un délai de cinq ans.



EL3 (Lot 13)- Ancienne pile a 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.



L'ancienne pile EL3 dans les années 60

AUTRES INSTALLATIONS DE SERVICE

STES (STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SANITAIRES)



Station de traitement des effluents sanitaires © CEA

La station de traitement des effluents sanitaires du CEA Saclay traite, comme son nom l'indique, les effluents de nature domestique produits par le centre. Une nouvelle station, d'une capacité correspondant aux besoins d'une ville de 5 000 habitants, a été mise en service en 2012. Cette nouvelle station, utilisant un procédé de filtration membranaire, a permis d'améliorer notablement ses performances environnementales, spécialement par la réduction des rejets d'azote et de phosphore dans l'environnement.

STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS INDUSTRIELS ET DE PRODUCTION D'EAU RECYCLÉE

Le CEA Saclay dispose également de stations spécifiques de traitement des effluents industriels et de production d'eau recyclée. Ce réseau d'eau recyclée est utilisé par les installations du centre essentiellement pour leurs besoins en eaux de refroidissement. La production d'eau recyclée, d'une capacité nominale de 8 600 m^3/jour, est réalisée selon un procédé physico-chimique 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.



« Pulsator » de la station de



C215 n°3

CADRE RÉGLEMENTAIRE

Le présent rapport est établi en référence à deux prescriptions réglementaires : l'une relative aux installations nucléaires de base (INB), provient de la codification de la loi n°2006-686 du 13 juin 2006 sur la transparence et la sécurité en matière nucléaire, dite « loi TSN », l'autre relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) déclinée par des arrêtés préfectoraux.

Pour ce qui concerne les INB, le contenu de ce rapport est défini par l'article 4 de l'annexe 2 à la décision ASN n°2009-DC-0156 du 15 septembre 2009 qui complète les dispositions prévues à l'article 26 de l'arrêté du 26 novembre 1999.

Cependant, la réglementation INB a récemment évolué :

- en application de la loi TSN, l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit aussi « arrêté INB », abroge à la date du 1er juillet 2013 l'arrêté du 26 novembre 1999 mentionné ci-dessus et reprend, dans l'article 4.4.4, la définition générale du rapport environnemental annuel qui doit être établi par l'exploitant,
- de plus, en application de l'arrêté du 7 février 2012 ci-dessus, l'arrêté du 9 août 2013 homologuant la décision ASN n°2013-DC-0360 du 16 juillet 2013, dite aussi « décision environnement », définit plus précisément, dans son article 5.3.1, le contenu du rapport environnemental annuel. Cet arrêté a été modifié le 5 décembre 2016 avec une nouvelle décision ASN n°2016-0569 du 29 septembre 2016 modifiant un certain nombre de prescriptions techniques.

Pour ce qui concerne les ICPE, l'arrêté préfectoral n°2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 a défini dans son article 2.5.1 le contenu du bilan environnement. Celui-ci a été revu et très légèrement modifié par l'article 5 de l'arrêté préfectoral n°2011-PREF.DRCL.BEPAFI.SSPILL/643 du 24 novembre 2011.

Dans le domaine environnemental, les principales dispositions réglementaires applicables au CEA-Paris-Saclay, site de Saclay, sont rappelées dans les paragraphes suivants. Elles relèvent des compétences de la division d'Orléans de l'ASN (ASN-Orléans) et de l'Unité territoriale de l'Essonne de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE-UT91).

Le décret n°2014-996 du 2 septembre 2014 modifiant la nomenclature des ICPE a cependant changé le classement de certaines installations du CEA Saclay. Plusieurs d'entre elles relevant de l'ancienne rubrique 1715 (substances radioactives), qui a été supprimée, ont changé de régime administratif et relèvent à présent du code de la santé publique sous l'autorité de l'ASN Division Paris. Il s'agit des

lots n°15 et 20 concernant respectivement les installations/bâtiment/émissaire SIMOPRO/152/E32 et DPC/450/E31. Cependant, en attendant que d'éventuelles nouvelles prescriptions techniques concernant les ICPE d'une façon générale, et ces 2 installations en particulier, soient définies, ce sont les textes réglementaires cités ci-dessus qui continuent d'être appliqués.

AUTORISATIONS DE REJETS

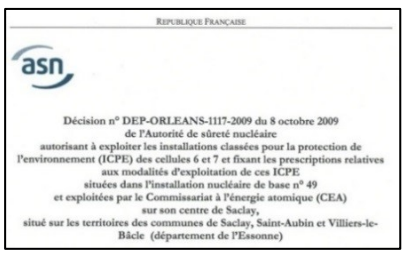
Les rejets d'effluents liquides et gazeux de l'ensemble des installations du CEA de Saclay sont repris par les 4 textes suivants :

- 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 réglemente 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 complémentaire 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.
- 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 centre 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.

Plusieurs types d'autorisations de rejets existent, notamment pour les émissions :

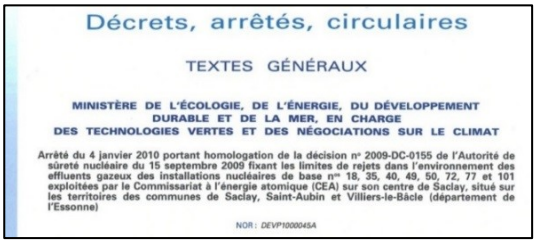
- de radionucléides par voie gazeuse et par installation,
- de composés chimiques par voie gazeuse et par installation,
- de radionucléides par voie liquide et par installation,
- de radionucléides par voie liquide en sortie de centre,
- de composés chimiques par voie liquide en sortie de centre.

À ces autorisations s'ajoutent celles relatives à différents réseaux d'eau du centre. Ces réseaux et les limites associées sont rappelés dans le chapitre 5 en même temps que sont présentés les résultats de leur surveillance.


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

asn

Décision n° DEP-ORLEANS-1117-2009 du 8 octobre 2009
de l'Autorité de sûreté nucléaire
autorisant à exploiter les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) des cellules 6 et 7 et fixant les prescriptions relatives aux modalités d'exploitation de ces ICPE
situées dans l'installation nucléaire de base n° 49
et exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA)
sur son centre de Saclay,
situé sur les territoires des communes de Saclay, Saint-Aubin et Villiers-le-Bâcle (département de l'Essonne)


Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT

Arrêté du 4 janvier 2010 portant homologation de la décision n° 2009-DC-0155 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15 septembre 2009 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents gazeux des installations nucléaires de base n° 18, 35, 40, 49, 50, 72, 77 et 101 exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) sur son centre de Saclay, situé sur les territoires des communes de Saclay, Saint-Aubin et Villiers-le-Bâcle (département de l'Essonne)

NOR : DEVP1000045A


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE DE L'ESSONNE

ARRÊTÉ

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

AUTORISATION D'EMISSIONS DE RADIONUCLEIDES PAR VOIE GAZEUSE ET PAR INSTALLATION

	Rejets Gazeux (en GBq/an) - Limites autorisées				
	Gaz rares	^{3}H	^{14}C	Iodes	autres émetteurs β et γ
INB 18	–	10	–	–	0,0003
INB 35	–	1 000	100	0,1	0,002
INB 40	10 000	2 000	20	0,5	0,010
INB 49	–	900	–	–	0,010
INB 50	20 000	5 000	–	0,1	0,010
INB 72	18 000	2 400	–	0,02	0,005
INB 101	30 000	5 000	10	0,02	0,003
ICPE Cel.6 INB 49	–	100	–	0,015	0,001
ICPE Cel.7 INB 49	5000	–	–	–	–
TOTAL INB	*83 000*	*16 400*	*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	–	65 000	1 900	0,022	0,18
LPS Lot 28	100	–	–	–	–
TOTAL ICPE	*2 100*	*66 000*	*1 900*	*0,035*	*0,23*
TOTAL CEA Saclay INB + ICPE	85 100	82 400	2 030	0,79	0,27
INB 29 (Cis Bio international)	*1 000*	–	–	*0,60*	*0,060*

Nota : pas de rejets gazeux pour l'INB 77

AUTORISATION D'EMISSIONS DE COMPOSES CHIMIQUES PAR VOIE GAZEUSE ET PAR INSTALLATION

Trois installations possèdent des autorisations de rejets chimiques d'effluents gazeux :

- l'INB 35, pour des rejets d'ammoniac (NH_3) avec une limite de concentration fixée à 50 mg/m^3 et un flux annuel maximal de 250 kg,
- l'INB 77, pour des rejets d'ozone (0_3) avec une limite de concentration fixée à 24 mg/m^3 et un flux annuel maximal de 300 kg,
- l'ICPE Cellule 6 de l'INB 49, pour des rejets de composés organiques volatils (COV) avec une limite de concentration fixée à 4 mg/m^3 et un flux annuel maximal de 16 kg.

AUTORISATION D'EMISSIONS DE RADIONUCLEIDES PAR VOIE LIQUIDE ET PAR INSTALLATION DANS LE RESEAU DES EFFLUENTS INDUSTRIELS (R5)

	Rejets Liquides (en MBq/an) - Limites autorisées					
	Volume (m^3)	Tritium	^{14}C	Iodes	autres émetteurs β et γ	émetteurs α
INB 18	200	100	-	-	5	-
INB 35	3 600	200 000	600	100	500	2
INB 40	5 500	500	10	-	20	5,0
INB 49	3 500	30	20	-	0,6	0,1
INB 50	500	5	0,5	-	0,5	0,1
INB 72	400	300	1	-	3	0,1
INB 77	600	10	-	-	2	0,1
INB 101	30 000	40 000	-	-	5	1
TOTAL INB	*44 300*	*241 000*	*630*	*100*	*536*	*8,4*
ADEC Lot 16	-	1 000	15	-	2,3	1,5
DPC 450 Lot 20	-	3	0,5	-	0,2	0,12
SCBM Lot 23	-	4 000	100	-	-	-
MIRABELLE Lot 32	-	90	0,25	-	0,02	0,03
TOTAL ICPE	*-*	*5 100*	*120*	*-*	*2,5*	*1,7*
TOTAL installations CEA Saclay INB + ICPE	44 300	246 000	750	100	540	10
INB 29 (Cis Bio international)	*15 000*	*500*	*100*	*140*	*560*	*0,5*

Sortie du CEA Saclay (point R7)*	*2 000 000*	*250 000*	*2 000*	*500*	*200*

** : point en aval des eaux provenant du CEA et de Cis Bio*

AUTORISATION D'EMISSIONS DE RADIONUCLEIDES PAR VOIE LIQUIDE EN SORTIE DE CENTRE

Les limites annuelles de rejets liquides de radionucléides en sortie de centre sont les suivantes :

- émetteurs α : 0,2 GBq (200 MBq),
- tritium : 250 GBq (250 000 MBq),
- carbone 14 : 2 GBq (2 000 MBq),
- autres émetteurs β γ dont les iodes : 0,5 GBq (500 MBq).

AUTRES AUTORISATIONS RELATIVES AUX RESEAUX D'EAU DU CENTRE

On se reportera au chapitre 5 qui présente les résultats de la surveillance de ces réseaux et les compare aux prescriptions définies par l'arrêté préfectoral et la décision ASN n°2009-DC-156.

AUTORISATION D'EMISSIONS DE COMPOSES CHIMIQUES PAR VOIE LIQUIDE EN SORTIE DE CENTRE

Plus de 30 paramètres physico-chimiques et chimiques font l'objet de prescriptions en termes de concentrations et de flux en sortie de centre au point R7.

Concentrations		
Paramètres	Unité	Limites de l'arrêté Préfectoral
température	°C	30
pH		5,5 à 9,0
Conductivité	µS/cm	-
M.E.S	mg/l	30
DBO5	mg/l	20
DCO	mg/l	100
Cyanures	mg/l	0,05
Bromures	mg/l	10
Chlorures	mg/l	250
Fluorures	mg/l	1,5
Sulfates	mg/l	250
Ammonium	mg/l	0,5
Nitrates	mg/l	75
Nitrites	mg/l	0,5
Azote total	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	2
Aluminium	mg/l	0,4
Arsenic	mg/l	0,005
Béryllium	mg/l	0,002
Bore	mg/l	0,12
Cadmium	mg/l	0,005
Chrome	mg/l	0,005
Cuivre	mg/l	0,1
Étain	mg/l	0,02
Fer	mg/l	1
Manganèse	mg/l	0,2
Mercure	mg/l	0,005
Nickel	mg/l	0,02
Plomb	mg/l	0,02
Zinc	mg/l	2
AOX	mg/l	0,7
Phénols	mg/l	0,5
Hydrocarbures	mg/l	0,5

Volume d'eau rejeté en R7		
Paramètre	Limite mensuelle de l'arrêté Préfectoral	Limite annuelle de l'arrêté Préfectoral
volume	200 000 m^3	2 000 000 m^3

Flux		
Paramètres	Limites mensuelles de l'arrêté Préfectoral en kg/mois	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral en kg/an
M.E.S	1 800	10 600
DBO5	2 000	10 000
DCO	5 350	32 000
Cyanures	4	25
Bromures	-	-
Chlorures	-	-
Fluorures	-	-
Sulfates	-	-
Ammonium	24	140
Nitrates	14 000	84 000
Nitrites	57	340
Azote total	6 000	36 000
Phosphore total	100	600
Aluminium	140	800
Arsenic	0,4	2
Béryllium	0,2	1
Bore	16	80
Cadmium	0,6	3,5
Chrome	0,4	2
Cuivre	5	30
Étain	4	20
Fer	50	300
Manganèse	5	30
Mercure	0,2	1
Nickel	2,5	15
Plomb	2,5	15
Zinc	140	800
AOX	-	-
Phénols	-	-
Hydrocarbures	-	-

PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE



Mesures de radionucléides émetteurs alpha sur chambre à grille © CEA

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 mesures et de prélèvements qui sont récapitulés ci-dessous :

- débit d'exposition du rayonnement gamma : à la clôture du centre en 21 points,
- débit d'exposition du rayonnement gamma, prélèvements des poussières atmosphériques et des halogènes, prélèvements atmosphériques par mesure de tritium et du carbone 14, 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 : en 1 station à Saclay-Village,
- productions agricoles : dans les 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 11 points implantés sur le centre et en 12 points extérieurs.



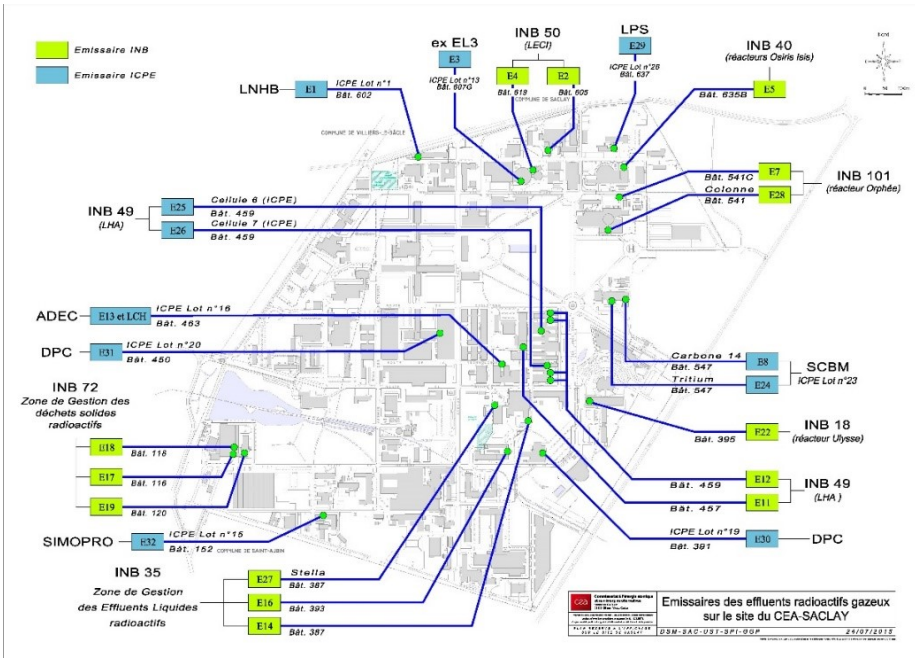
C215 n° 4

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.

Actuellement, le centre compte au total 26 émissaires de rejets (hors chaufferies du centre). Parmi ces émissaires susceptibles d'émettre dans l'atmosphère des substances radioactives et/ou chimiques, 14 sont dans le périmètre des installations nucléaires de base, 12 sont des émissaires situés sur des ICPE.



Le tableau suivant rappelle les prescriptions réglementaires concernant les émissaires de rejets d'effluents radioactifs gazeux du CEA 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	Emetteurs gamma
Les installations nucléaires de base											
INB 18	E 22	X			X *(2)*				X		X
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
INB 72	E 17 *(3)*	X			X		X		X	X	X
	E 18	X	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 (hors installations de combustion)											
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		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		
P.SÜE-Lot 28	E 29	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 pendant les travaux de démantelement

(3) : uniquement lors du fonctionnement

MAITRISE DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES

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

La maîtrise des rejets repose sur la limitation des quantités de matières radioactives mises en jeu, la maîtrise des procédés et des systèmes de confinement (ventilation, filtration), ainsi que sur leur surveillance. Cette surveillance des rejets est notamment exercée à l'aide de systèmes de prélèvement 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, ainsi que des appareils de prélèvement pour analyse en différé.

MESURES DE LA RADIOACTIVITE DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES

La mesure et la comptabilisation des rejets radioactifs gazeux 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, on attribue 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 seuil de décision.

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.

Les deux tableaux suivants présentent les rejets comptabilisés en 2018 en activité rejetée (GBq) et en pourcentage des limites autorisées.

REJETS GAZEUX COMPTABILISES EN 2018

	Rejets gazeux 2018 (en GBq)				
	Gaz rares	^{3}H	^{14}C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18 - Ulysse	-	0,05	-	-	0,00001
INB 35 - STELLA	-	55	6,9	0,00013	0,00015
INB 40 - Osiris	603	60	0,43	0,00046	0,00050
INB 49 - LHA	-	0,84	-	-	0,00008
INB 50 - LECI	2 929	3,9	-	0,00068	0,0012
INB 72	38	54	0,19	0,00050	0,00014
INB 101 - Orphée	2 162	1 270	1,7	0,00030	0,00009
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,73	-	0,00028	0,00006
ICPE Cel. 7 INB 49	1,4	-	-	-	-
TOTAL INB	**5 734**	**1 445**	**9,2**	**0,0023**	**0,0023**
ICPE -LNHB Lot 1	1,0	0,48	-	0,00040	0,00010
ICPE -ex-EL3 Lot 13	-	1,3	-	-	-
ICPE - Lot 15	-	1,4	-	0,00001	-
ICPE -ADEC Lot 16	-	29	0,50	0,00062	0,00037
ICPE -DPC Lot 19	0,0031	-	-	0,00014	0,00004
ICPE -DPC Lot 20	-	-	-	0,00006	0,00006
ICPE -SCBM Lot 23	-	6 297	141	0,00008	0,091
ICPE -LPS Lot 28	-	-	-	-	-
TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7	**1,0**	**6 329**	**142**	**0,0013**	**0,092**
TOTAL CEA Saclay	**5 735**	**7 774**	**151**	**0,0037**	**0,094**

Nota : pas de rejets gazeux pour l'INB 77

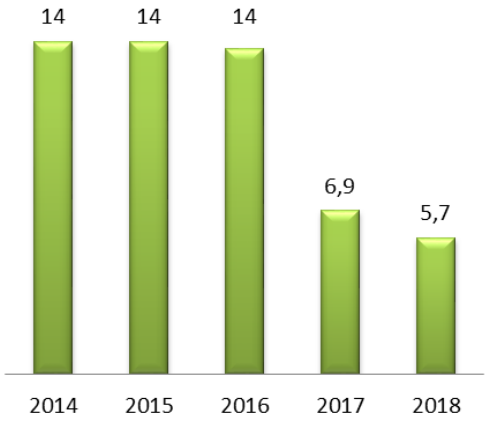
REJETS GAZEUX COMPTABILISES EN 2018 (% des limites autorisées par installation)

	Rejets gazeux 2018 (en %)				
	Gaz rares	^{3}H	^{14}C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18 - Ulysse	-	0,49%	-	-	3,3%
INB 35 - STELLA	-	5,5%	6,9%	0,1%	7,4%
INB 40 - Osiris	6%	3,0%	2,1%	0,1%	5,0%
INB 49 - LHA	-	0,1%	-	-	0,8%
INB 50 - LECI	15%	0,1%	-	0,7%	12%
INB 72	0,2%	2,2%	-	2,5%	2,7%
INB 101 - Orphée	7%	25%	17%	1,5%	3,0%
ICPE Cel. 6 INB 49	-	0,7%	-	1,9%	5,9%
ICPE Cel. 7 INB 49	0,03%	-	-	-	-
TOTAL INB	**6,9%**	**8,8%**	**7,1%**	**0,3%**	**5,5%**
ICPE -LNHB Lot 1	0,050%	2,4%	-	11,1%	10%
ICPE -ex-EL3 Lot 13	-	17%	-	-	-
ICPE - Lot 15	-	1,4%	-	7,3%	-
ICPE -ADEC Lot 16	-	19%	18%	6,2%	1,0%
ICPE -DPC Lot 19	0,12%	-	-	27%	17%
ICPE -DPC Lot 20	-	-	-	16%	8,0%
ICPE -SCBM Lot 23	-	10%	7,4%	0,3%	51%
ICPE -LPS Lot 28	-	-	-	-	-
TOTAL ICPE hors Cel. 6 et 7	**0,05%**	**10%**	**7,5%**	**3,7%**	**40%**
% des autorisations totales du CEA Saclay	**6,7%**	**9,4%**	**7,4%**	**0,5%**	**35%**

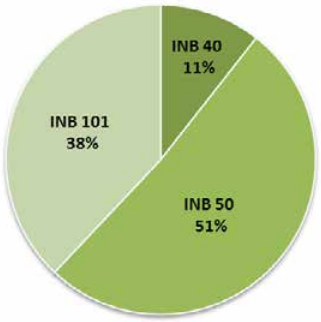
Aucune limite de rejet, qu'elle soit pour le centre ou pour une installation, n'a été dépassée, aussi bien en autorisation annuelle que mensuelle.

Les cinq catégories de rejets sont détaillées ci-après avec leur évolution durant ces cinq dernières années. Les rejets de CIS bio international (rejets en iodes et en autres émetteurs β et γ) sont donnés à titre indicatif.

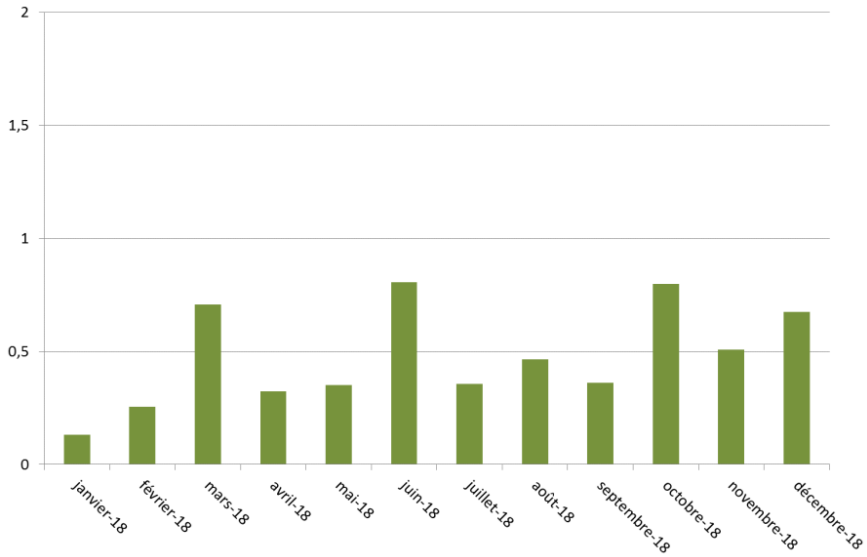
Activité des gaz rares de 2014 à 2018 (TBq)



Répartition des rejets en gaz rares du CEA en 2018 (5,7 TBq)

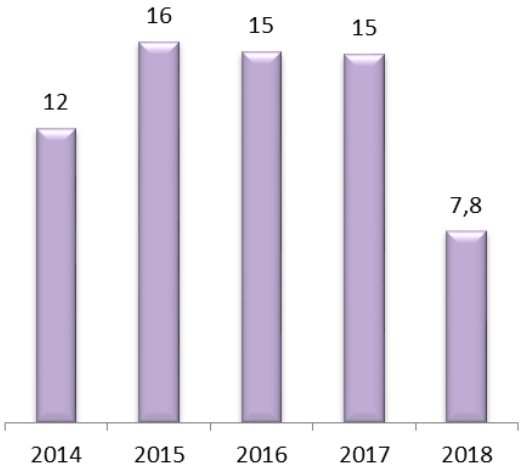


Répartition mensuelle des rejets en gaz rares pour l'année 2018 (TBq)

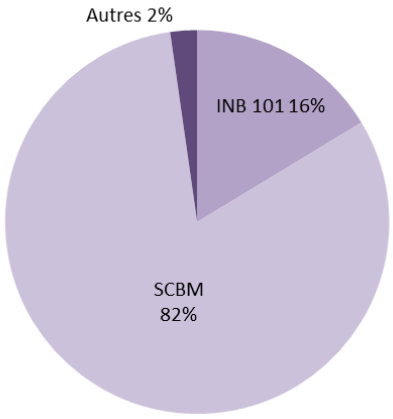


Les principaux gaz radioactifs émis sont l'argon 41 (^{41}Ar, période de 1,8 heure) provenant majoritairement du réacteur expérimental (Orphée – INB 101) et le krypton 85 (^{85}Kr, période de 10,7 ans) provenant du Laboratoire d'Études des Combustibles Irradiés (LECI – INB 50). Ce sont des gaz rares n'ayant donc aucune affinité chimique avec le milieu vivant. Les rejets affectés à l'INB 40 (réacteur Osiris à l'arrêt depuis 12/2015) sont des cumuls de valeurs inférieures aux seuils de décision.

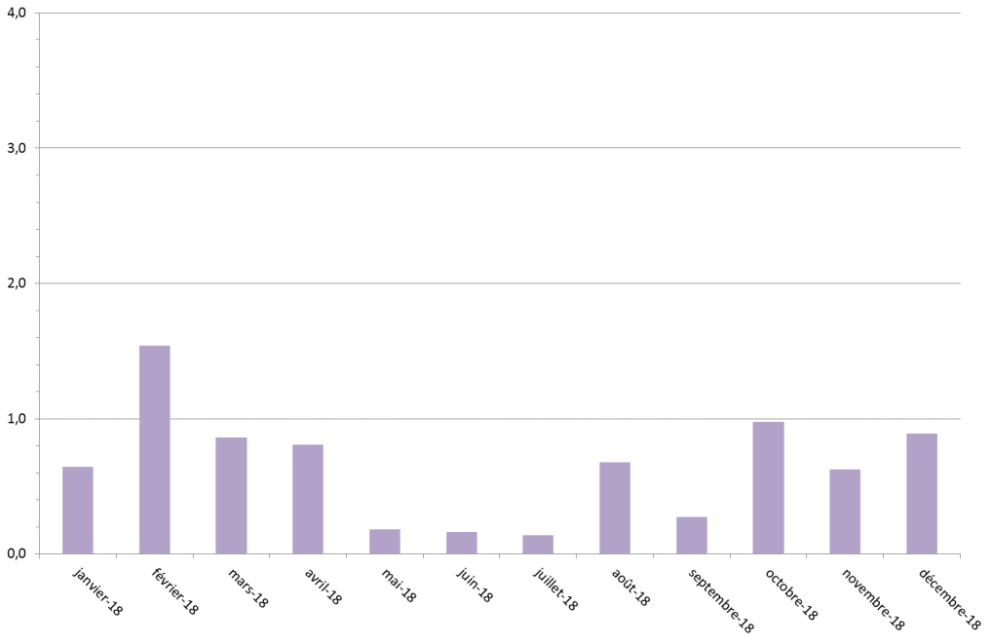
Activité du tritium de 2014 à 2018 (TBq)



Répartition des rejets en tritium du CEA en 2018 (7,8 TBq)

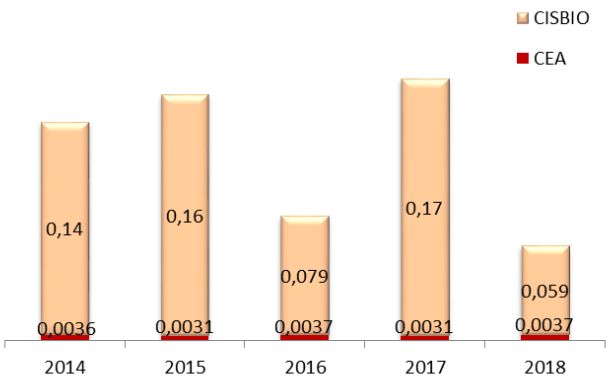


Répartition mensuelle des rejets en tritium pour l'année 2018 (TBq)

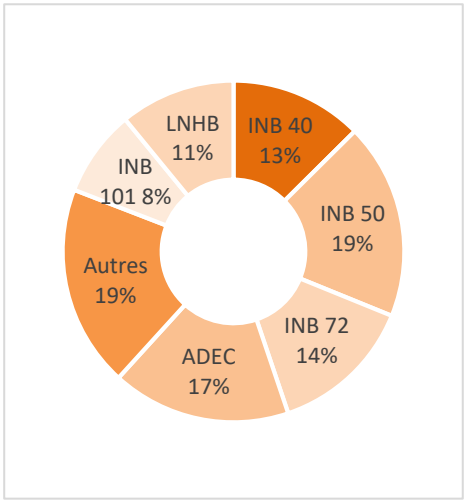


Les rejets en tritium (^{3}H, période de 12,3 ans) sont attribuables à 82 % aux recherches menées par le Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) et à 16 % au fonctionnement du réacteur de recherche Orphée. Les variations d'un mois sur l'autre sont directement liées à l'activité des équipes de recherche du SCBM en baisse notable par rapport à 2017 pour la partie tritium.

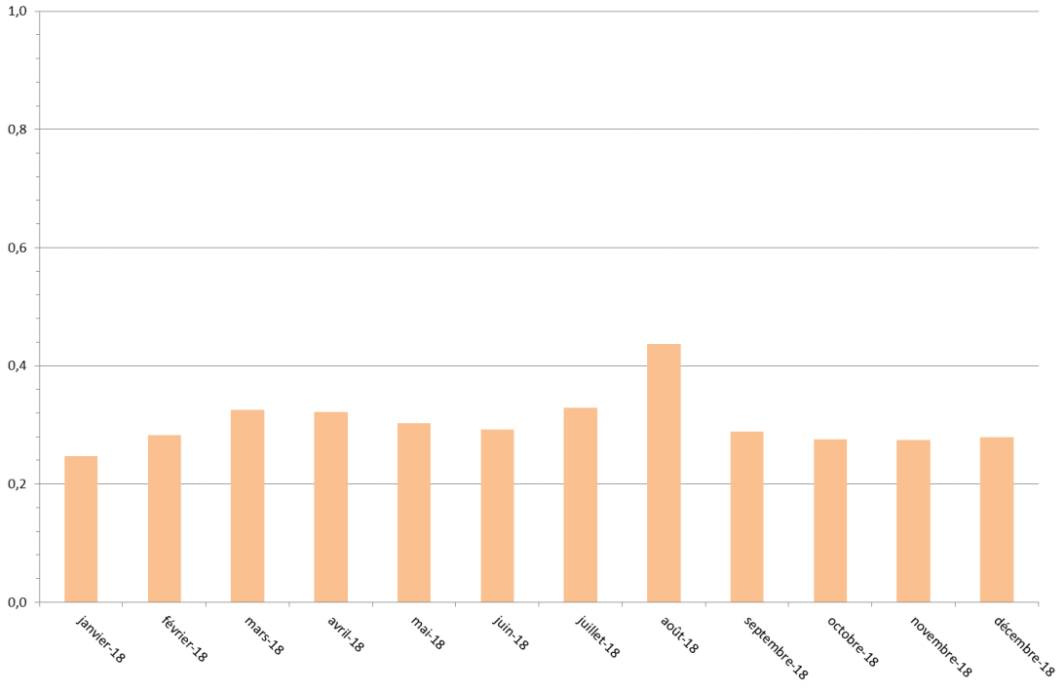
Activité des iodes de 2014 à 2018 (GBq)



Répartition des rejets en iodes du CEA en 2018 (3,7 MBq)

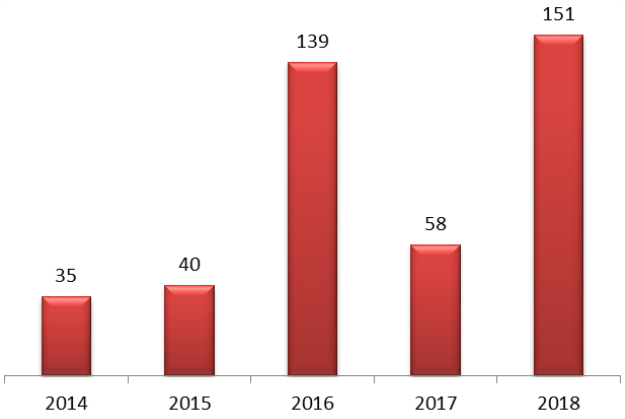


Répartition mensuelle des rejets en iodes du CEA pour l'année 2018(MBq)

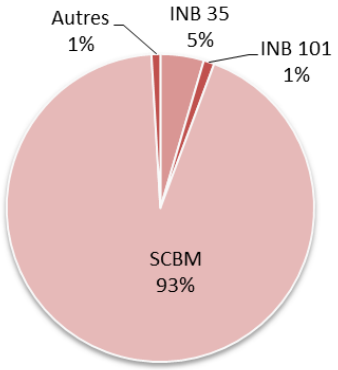


Les rejets en iodes du site de Saclay sont en général inférieurs aux seuils de décision. Les seuls rejets mesurables d'iode 131 (^{131}I, période de 8 jours) proviennent le plus souvent des tests réglementaires réalisés afin de mesurer l'efficacité des pièges à iode.

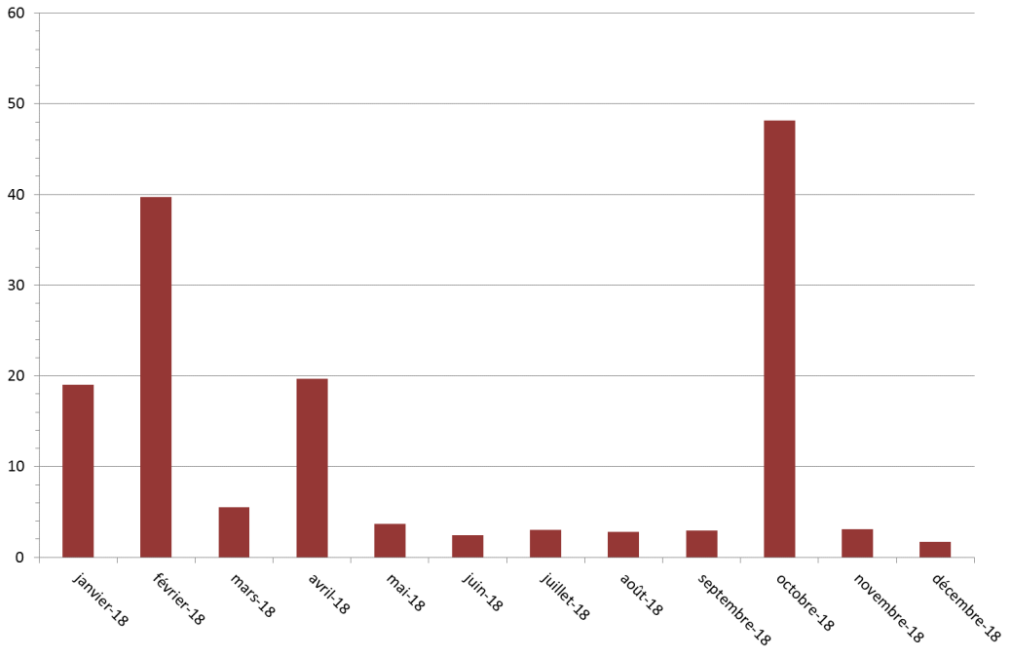
Activité du carbone 14 de 2014 à 2018 (GBq)



Répartition des rejets en carbone 14 gazeux du CEA en 2018 (151 GBq)

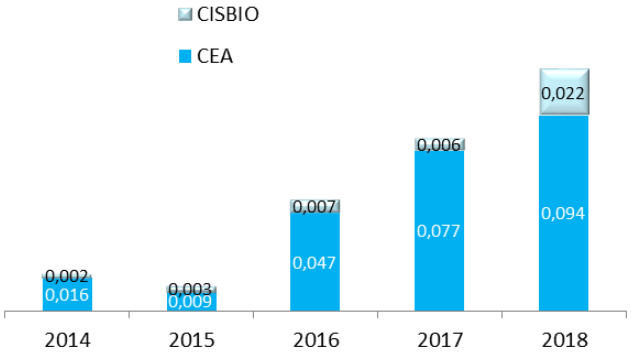


Répartition mensuelle des rejets en carbone 14 gazeux pour l'année 2018 (GBq)

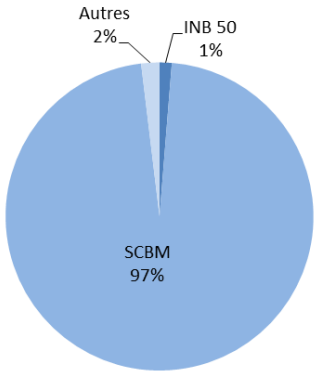


Les rejets en carbone 14 gazeux proviennent essentiellement de l'installation du Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) et de la station de traitement des effluents radioactifs liquides (INB 35). On observe une augmentation importante des rejets du SCBM, au même niveau qu'en 2016, en lien direct avec ses diverses activités (marquages de molécules, synthèses de nanotubes et essais de minéralisation à haute température de déchets organiques). Les variations d'un mois sur l'autre sont directement liées à l'activité de recherche du SCBM.

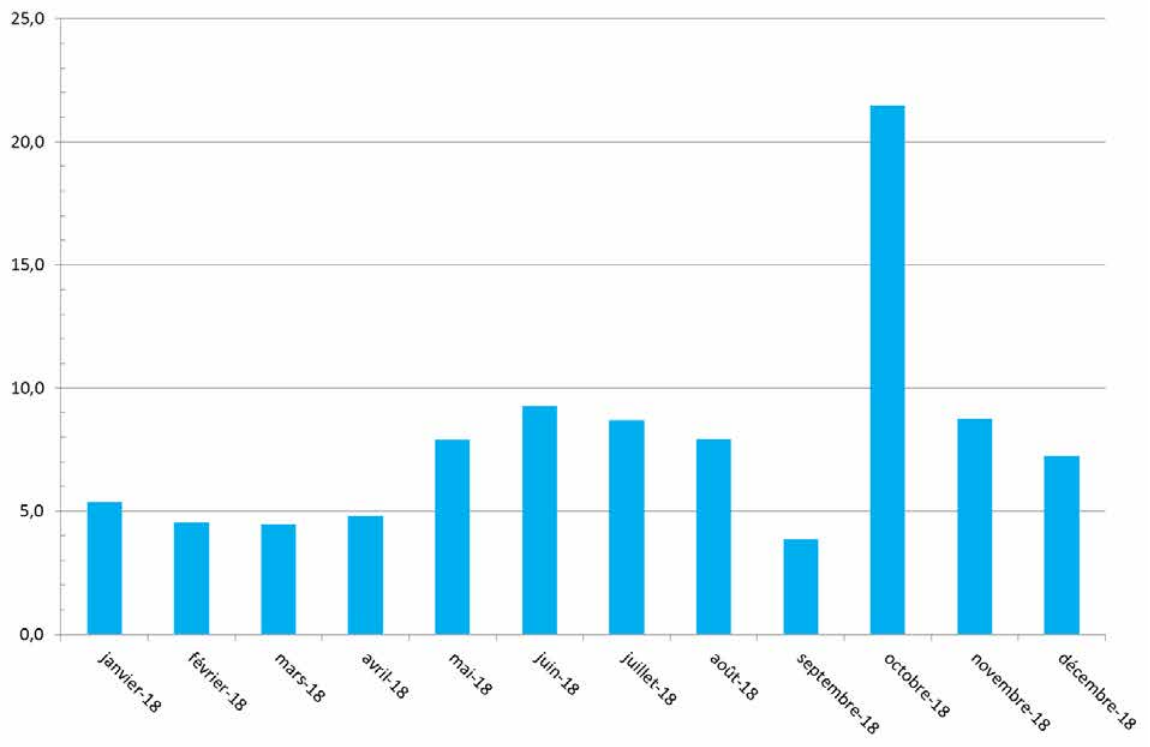
Activité des autres émetteurs β–γ de 2014 à 2018 (GBq)



Répartition des rejets des autres émetteurs β–γ du CEA en 2018 (94 MBq)



Répartition mensuelle des rejets des autres émetteurs β–γ du CEA pour l'année 2018 (MBq)



Comme en 2017, le SCBM a été le principal contributeur (97 %) avec des rejets en carbone 14 sous forme aérosols. L'augmentation par rapport à 2017 est liée directement aux activités du SCBM .

MESURES CHIMIQUES 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 deux installations nucléaires de base sont réglementées pour leurs rejets gazeux non radioactifs. Il s'agit :

- de l'INB 35, pour des rejets d'ammoniac (NH_3) avec une limite de concentration fixée à 50 mg/m^3 et un flux annuel maximal de 250 kg ;
- de l'INB 77, pour les rejets d'ozone (O_3) avec une limite de concentration fixée à 24 mg/m^3 et un flux annuel maximal de 300 kg.

Pour l'INB 35, des rejets d'ammoniac ont été réalisés lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella. La quantité d'ammoniac ainsi rejetée en 2018 par voie gazeuse est de 1,4 kg, soit 0,6 % des autorisations. Au cours des 7 campagnes, la concentration moyenne était de 0,13 mg/m^3 avec un maximum de 1,04 mg/m^3.

Pour l'INB 77, le flux annuel d'ozone a été évalué à 32,2 kg, soit 10,7 % de l'autorisation. Les concentrations calculées de façon majorante pour les trois irradiateurs sont les suivantes :

- Poséidon : 1,26 mg/m^3 ;
- Pagure : 0,08 mg/m^3 ;
- Vulcain : 0,34 mg/m^3

Ces valeurs de concentrations respectent la concentration limite de 24 mg/m^3.

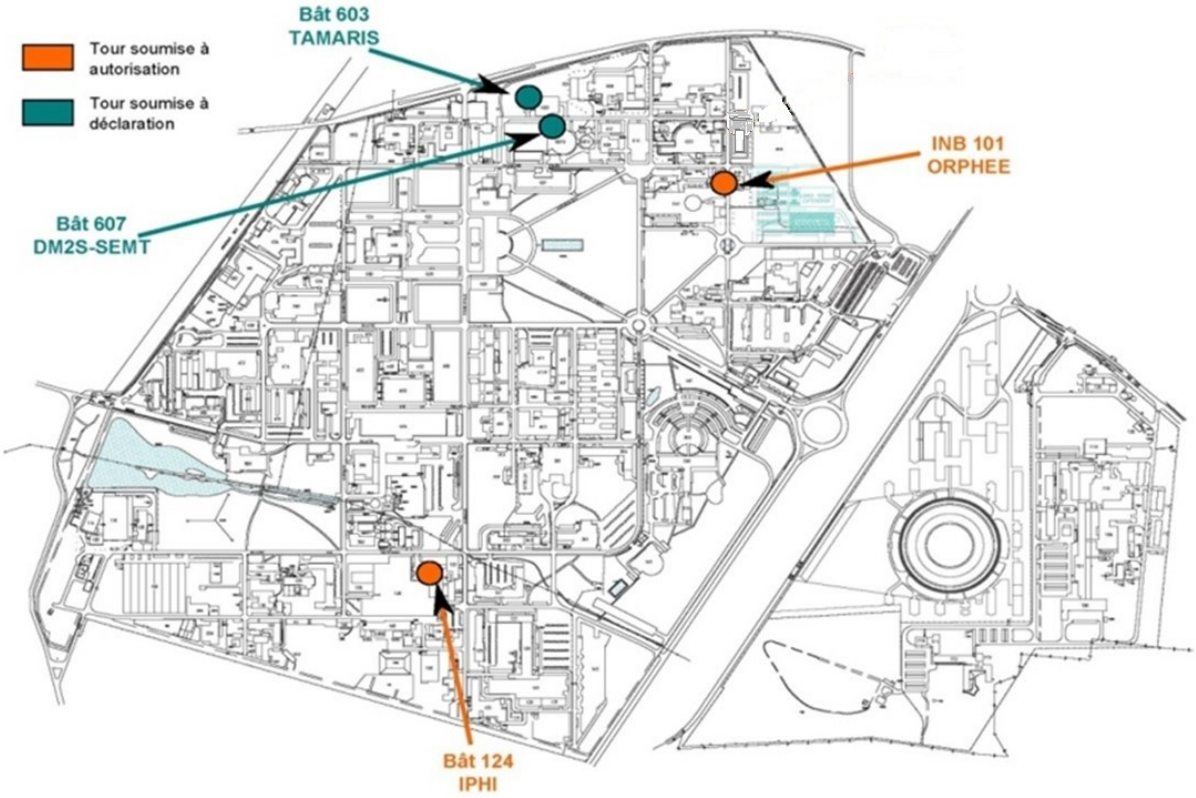
D'autre part, la cellule 6, ICPE de l'INB 49, est aussi réglementée en matière de rejets de composés organiques volatils (COV). La quantité maximale rejetée dans l'atmosphère en 2018, calculée sur la base des quantités consommées auxquelles ont été retranchées les quantités de déchets liquides produites, sans tenir compte des quantités susceptibles d'être retenues sur les systèmes de filtration avant rejet par la cheminée, est de 5,8 kg, valeur à comparer à la limite annuelle de rejets de 16 kg.

Les principaux produits concernés en 2018 sont l'éthanol, le chloroforme et le diéthyléther. Sur la base de ces quantités, les concentrations moyennes majorantes en sortie de cheminée sont de 0,17 mg/m^3, valeur à comparer à la limite réglementaire de 4 mg/m^3.

CONTROLE DES LÉGIONELLES DANS LES TOURS AÉRORÉFRIGERANTES

Le centre CEA Paris-Saclay, site de Saclay dispose actuellement de 4 installations faisant l'objet d'une surveillance du taux en légionnelles dont la périodicité dépend de leur statut.

- deux installations possèdent des tours aéroréfrigérantes soumises à enregistrement ;
- deux installations possèdent des tours aéroréfrigérantes soumises à déclaration à contrôle périodique.



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* (programme 100-2).

En 2018, pour les quatre installations du centre, la mesure du taux de *Legionella pneumophila* est systématiquement inférieure à 100 UFC/L (limite de détection du laboratoire).

La consommation totale de substances biocides utilisées en 2018 s'est élevée à 1 156 kg dont 331 kg pour l'INB 101, 699 kg pour l'installation IPHI ; 69 kg pour l'installation Tamaris et 157 kg pour le hall mécanique du bâtiment 607.

Un suivi trimestriel des eaux de rejet des tours aéroréfrigérantes est fait dans le réseau de collecte R5 avant son exutoire selon les termes de l'arrêté du 14 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Aucun dépassement des valeurs limites n'a été observé (voir chapitre 5).

Pour mémoire : Le suivi sur R8 a été arrêté à la fin du premier trimestre 2016 suite à l'arrêt du réacteur Osiris fin 2015.

ÉMISSIONS DES CHAUFFERIES DU CENTRE

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

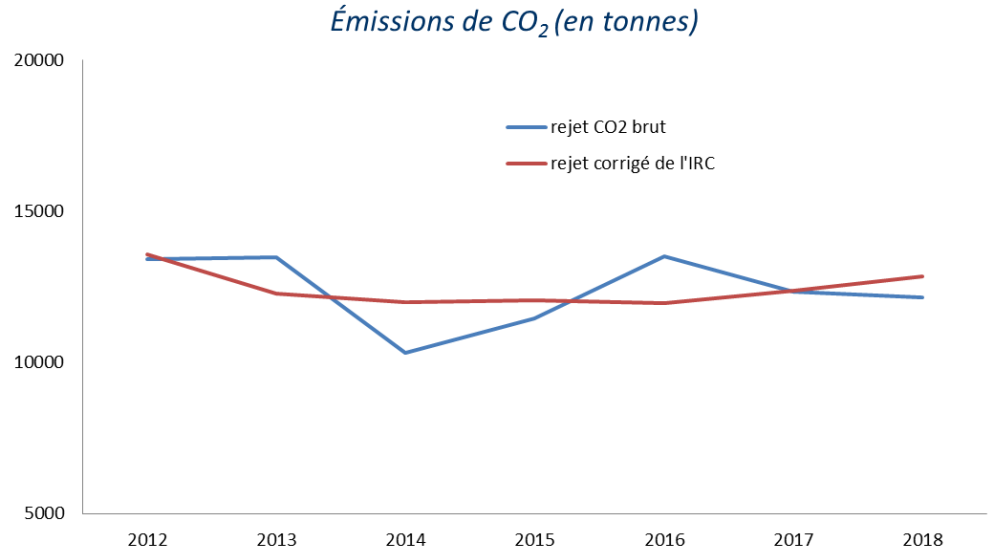
La chaufferie du centre a fonctionné du 1er janvier au 18 avril 2018 puis du 23 octobre au 31 décembre 2018, ce qui correspond à 178 jours de fonctionnement.

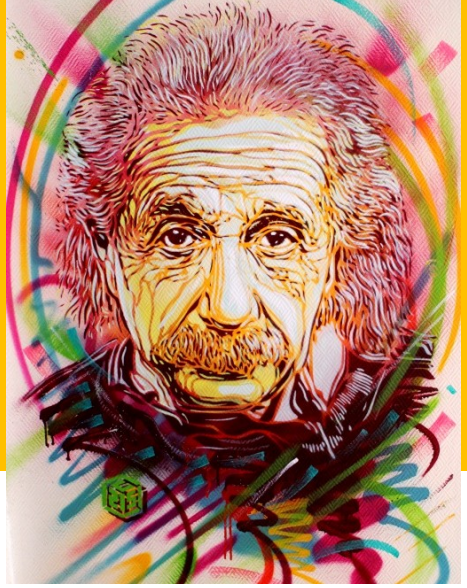
Émission de polluants de la chaufferie du CEA Paris-Saclay en tonnes (année 2018)

Polluant chimique	Protoxyde d'azote (N_20)	Méthane (CH_4)	Oxydes d'azote (NOx)	Dioxyde de carbone (CO_2)	Oxydes de soufre (SOx)	Poussières totales
Émission 2018* (en tonnes)	0,525	0,844	12,84	12 148	0,342	0,007

* : ces données prennent aussi en compte les émissions de la nouvelle installation de cogénération (gaz) rapportées à la quantité de chaleur fournie au centre en novembre et décembre 2018.

En 2018, les émissions brutes de polluants pour la chaufferie du CEA Paris-Saclay, site de Saclay sont restées relativement constantes par rapport à 2017. Après correction de l'IRC (Indice de Rigueur Climatique), les émissions augmentent légèrement (+ 4%). Les émissions 2018 prennent aussi en compte les données correspondant à la chaleur fournie au centre par la nouvelle installation (COGESTAR) de cogénération implantée à proximité de notre chaufferie mais appartenant à la société Dalkia. Cette installation fonctionne de Novembre à Mars.





C215 n° 5

REJETS LIQUIDES

LES DIFFÉRENTS EFFLUENTS LIQUIDES DU CENTRE

Plusieurs types d'effluents sont distingués selon leur nature ou leur niveau de radioactivité.

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 camions-citernes 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.

Les effluents chimiques concentrés et les effluents chimiques organiques sont collectés dans des bonbonnes spécifiques dans les installations et évacués vers des éliminateurs agréés ou traités de façon particulière s'ils sont également radioactifs (cas par exemple des liquides scintillants évacués vers l'ANDRA).

Les effluents industriels sont produits par l'exploitation des différentes installations. Ces effluents aqueux rejoignent, via un réseau canalisé spécifique (R5), la station de traitement des effluents industriels du site pour y être traités. En sortie de station, ils aboutissent à la station de production d'eau recyclée ou par défaut dans la rigole de Corbeville, qui se déverse dans le plan d'eau de Villiers. Parmi ces effluents, ceux susceptibles de contenir quelques traces de radioactivité sont collectés et entreposés dans des réservoirs tampons 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 l'arrêté préfectoral n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0712 du 25 septembre 2009 et la décision ASN n° 2009-DC-156 du 15 septembre 2009, qui sont indiquées dans le tableau ci-après. On parle alors dans ce cas de rejets par bâchées. Au-delà de ces valeurs, on est en présence d'effluents radioactifs gérés comme indiqué ci-dessus. Les effluents industriels sont également soumis à des règles de rejet concernant leur charge en éléments chimiques en accord avec les prescriptions imposées par les arrêtés de rejet.

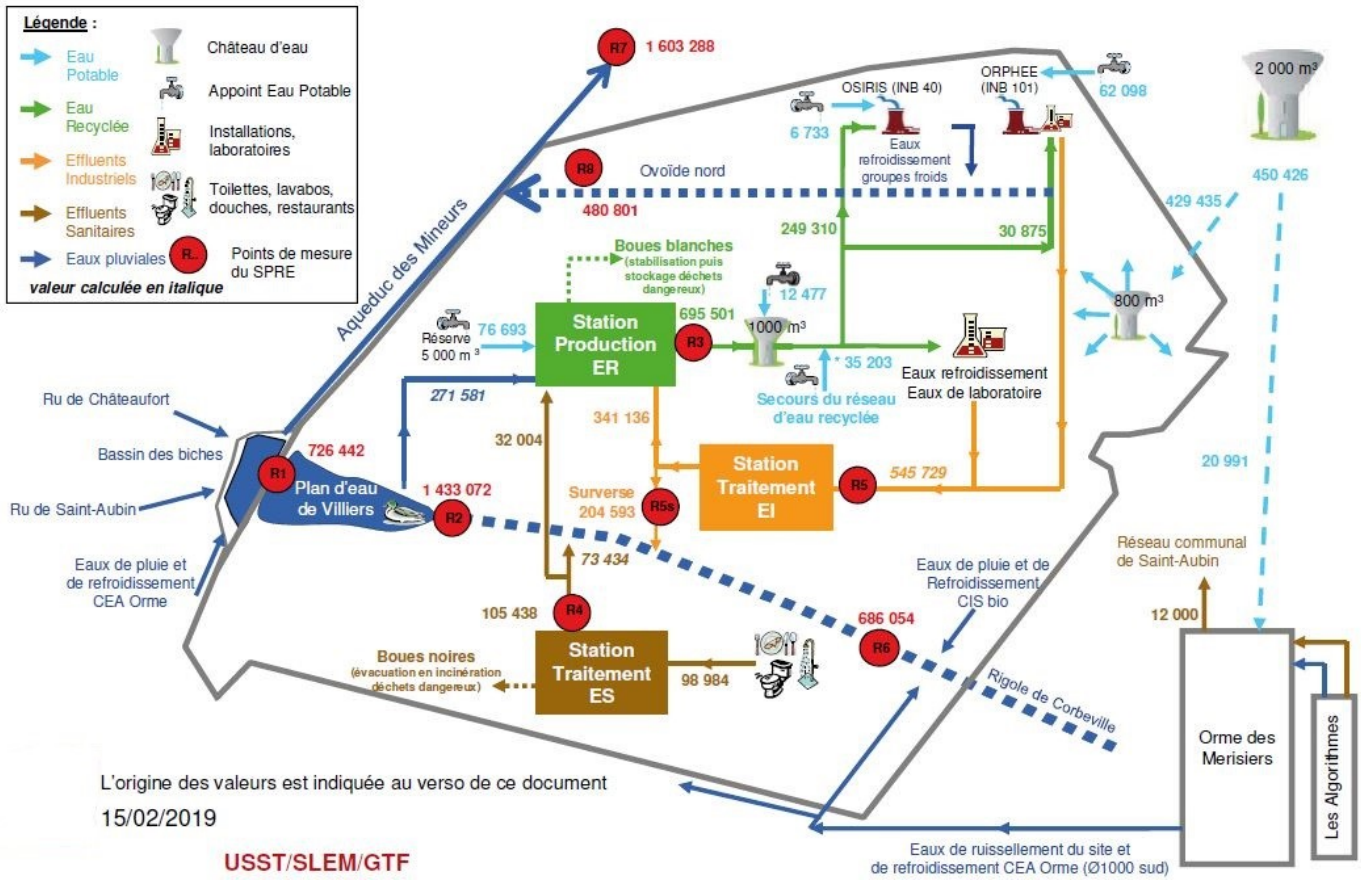
Paramètres	Concentrations maximales autorisées avant rejet par bâchée
Tritium	100 000 Bq/l
Carbone 14	500 Bq/l
Autres émetteurs bêta et gamma	200 Bq/l
Émetteurs alpha	5 Bq/l

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 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.

LE CYCLE DE L'EAU ET LE CONTRÔLE DES REJETS LIQUIDES

Le schéma ci-après récapitule le cycle de l'eau au CEA Saclay avec les volumes (en m^3) observés en 2018.



Les eaux rejetées par surverse du plan d'eau de Villiers (point R1) et par l'ovoïde nord (point R8) aboutissent dans l'aqueduc des Mineurs (point R7), exutoire final des effluents vers le milieu récepteur. 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.

Les arrêtés préfectoraux n° 2009.PREF.DCI 2/BE 0172 du 25 septembre 2009 et n° 2011.PREF.DRCL.BEPAFI.SSPILL-643 du 24 novembre 2011 fixent des valeurs limites de concentration (en radioactivité et en paramètres chimiques et physico-chimiques) des eaux en différents points :

- 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.

L'annexe 1 à la décision ASN n° 2009-DC-0156 du 15 septembre 2009 fixe également des valeurs limites de concentration (en paramètres chimiques) des eaux en différents points :

- 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.

MESURES DE LA RADIOACTIVITÉ DES REJETS LIQUIDES

La mesure et la comptabilisation des rejets radioactifs liquides 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, le tritium et le carbone 14 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, on attribue 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 seuil de décision.

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.

Les deux tableaux ci-après récapitulent les rejets par bâchées des installations réglementées. Il s'agit des installations dont les effluents sont susceptibles d'être faiblement radioactifs. Ils sont entreposés dans des réservoirs tampons avant autorisation d'un transfert vers le réseau des effluents industriels

du centre sous réserve, après analyse préalable, du respect des limites fixées par les arrêtés préfectoraux et la décision ASN. Aucun dépassement des valeurs limites imposées, qui aurait pu conduire à une interdiction de rejet dans le réseau industriel, n'a été enregistré en 2018.

Le premier tableau présente les activités rejetées en 2018 suivant cinq catégories de radionucléides. Le second présente les pourcentages de rejets par rapport aux autorisations. Toutes les installations ont respecté leurs autorisations individuelles.

Pour les émetteurs α, les activités mentionnées correspondent à la somme des émetteurs α artificiels (plutonium, américium) identifiés ou inférieurs aux seuils de détection.

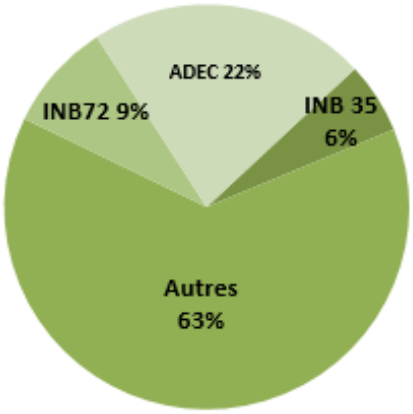
Le principal contributeur des rejets liquides en 2018 est le SCBM car l'INB 35 n'a que très peu rejeté d' effluents cette année (0,37 MBq en tritium au lieu de 1031 MBq en 2017 et 0,042 MBq en C14 au lieu de 10 MBq en 2017). Pour les autres catégories, les activités rejetées sont assez constantes et restent bien inférieures aux limites autorisées.

	Rejets liquides 2018 (en MBq)					
	Volumes rejetés en m^3	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	1,8	-	0,027	0,006	-	0,0076
INB 35	9	0,0001	0,37	0,042	0,007	0,043
INB 40	-	-	-	-	-	-
INB 49	5,5	0,00002	0,14	0,029	-	0,016
INB 50	22	0,0001	0,36	0,070	-	0,039
INB 72	21	0,0001	6,5	0,066	-	0,038
INB 77	40	0,0005	1,8	-	-	0,023
TOTAL INB	**99**	**0,0008**	**9,2**	**0,21**	**0,007**	**0,17**
ICPE -ADEC Lot 16	40	0,0002	2,0	0,166	-	0,14
ICPE -DPC 450 Lot 20	6	0,00005	0,054	0,020	-	0,011
ICPE -SCBM Lot 23	160	-	89	2,6	-	-
ICPE -Mirabelle Lot 32	0,6	0,000002	3,9	0,002	-	0,002
TOTAL ICPE	**207**	**0,0003**	**95**	**2,8**	**-**	**0,16**

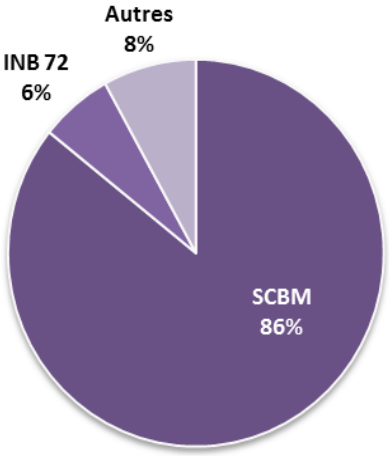
	Rejets liquides 2018 (en % des autorisations par installation)					
	Volume	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	0,9%	-	-	-	-	-
INB 35	0,3%	0,003%	0,0002%	0,007%	0,007%	0,01%
INB 40	-	-	-	-	-	-
INB 49	0,2%	0,02%	0,5%	0,1%	-	2,7%
INB 50	4,3%	0,1%	7,2%	14%	-	7,7%
INB 72	5,2%	0,09%	2,2%	6,6%	-	1,3%
INB 77	6,7%	0,5%	18%	-	-	1,1%
TOTAL INB	**0,2%**	**0,0%**	**0,0%**	**0,0%**	**0,01%**	**0,0%**
ICPE -ADEC Lot 16	-	0,02%	0,2%	1,1%	-	6,3%
ICPE -DPC 450 Lot 20	-	0,04%	1,8%	4,0%	-	5,4%
ICPE -SCBM Lot 23	-	-	2,2%	2,6%	-	-
ICPE -Mirabelle Lot 32	-	0,008%	4,3%	0,9%	-	10%
TOTAL ICPE	**-**	**0,02%**	**1,9%**	**2,4%**	**-**	**6,3%**

Les contributions respectives (exprimées en %) des différentes installations du CEA Saclay en matière de rejets sont transcrites sur les représentations suivantes.

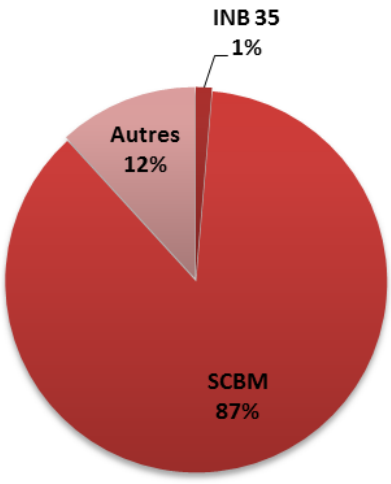
Répartition des rejets des émetteurs α en 2018



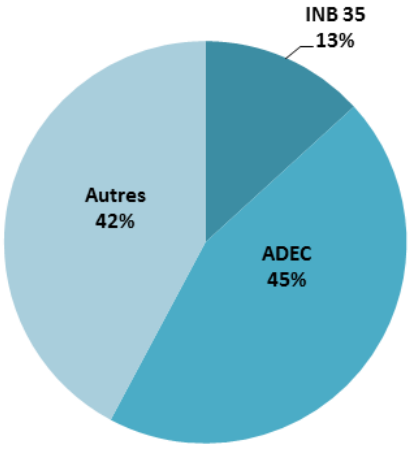
Répartition des rejets en tritium en 2018



Répartition des rejets en carbone 14 en 2018



Répartition des rejets des autres émetteurs β–γ en 2018



Le centre CEA de Paris Saclay, site de Saclay, est d'autre part réglementé pour les paramètres de radioactivité au niveau de trois réseaux :

- le réseau d'eau recyclée R3,
- le réseau en sortie de traitement des effluents sanitaires R4,
- le réseau qui récupère toutes les eaux sortant du site, R7.

Les rejets de l'installation nucléaire de base INB 29 (Cis bio international) transitent via le réseau des effluents industriels (R5) et sont aussi comptabilisés au travers des autres réseaux du centre (R3 et R7).

Les quatre tableaux suivants récapitulent les plages de concentration des paramètres radiologiques mesurés dans les réseaux R3 et R4 ainsi que le bilan des rejets en sortie de centre (R7) au regard des limites préfectorales qui sont toutes respectées.

Concentrations en R3 (eau recyclée) - Paramètres radiologiques				
Paramètres		Limites de l'arrêté Préfectoral en Bq/l	Intervalles concentration en Bq/l	Types de suivi
Tritium		1 000	< 2,8 - 19	Journalier
Carbone 14		16	< 1,0 - < 2,5	Journalier
		-	< 0,037 - 0,098	moyen mensuel
Autres émetteurs β γ	Activité β globale	2	0,042 - 0,41	Journalier
	Emetteurs γ + Strontium 90		0,004 - 0,010	Moyen mensuel
Emetteurs α (activité alpha globale)		0,1	< 0,017 - 0, 074	Journalier

Concentrations en R4 (effluents sanitaires) - Paramètres radiologiques			
Paramètres	Limites de l'arrêté Préfectoral en Bq/l	Intervalles concentration en Bq/l	Types de suivi
Activité alpha global	-	< 0,023 - < 0,029	Echantillon 24 h mensuel
Activité bêta global	-	0,35 - 0,87	Echantillon 24 h mensuel
Tritium	-	< 3,3 - 11	Echantillon 24 h mensuel

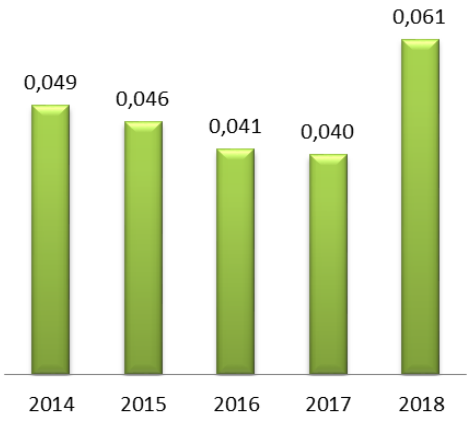
Concentrations en R7 (sortie de centre) - Paramètres radiologiques				
Paramètres		Limites de l'arrêté Préfectoral en Bq/l	Intervalles concentration en Bq/l	Types de suivi
Tritium		500	< 2,9 - 23	Journalier
Carbone 14		8	< 1,0 - < 2,5	Journalier
		-	< 0,036 - 0,14	moyen mensuel
Autres émetteurs β γ	Activité β globale	1	0,035 - 0,44	Journalier
	Emetteurs γ + Strontium 90		0,006 - 0,018	moyen mensuel
Emetteurs α (activité alpha globale)		0,1	< 0,016 - 0,082	Journalier

Flux en R7 (sortie de centre) - Paramètres radiologiques				
Paramètres	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral en MBq	Intervalles de flux mensuel en MBq	Cumul annuel en MBq	Cumul annuel en % de l'AP
Tritium	250 000	280 - 1 600	8 060	3,2%
Carbone 14	2 000	< 2,6 - 17	100	5,1%
Autres émetteurs β γ (émetteurs γ + Strontium 90)	500	0,41 - 4,4	17	3,4%
Emetteurs α (activité alpha globale)	200	1,4 - 17	61	30%

Les règles de comptabilisation des rejets radiologiques en matière de flux prennent en compte les valeurs significatives ou à défaut les valeurs des seuils de décision lorsque les paramètres ne sont pas détectés.

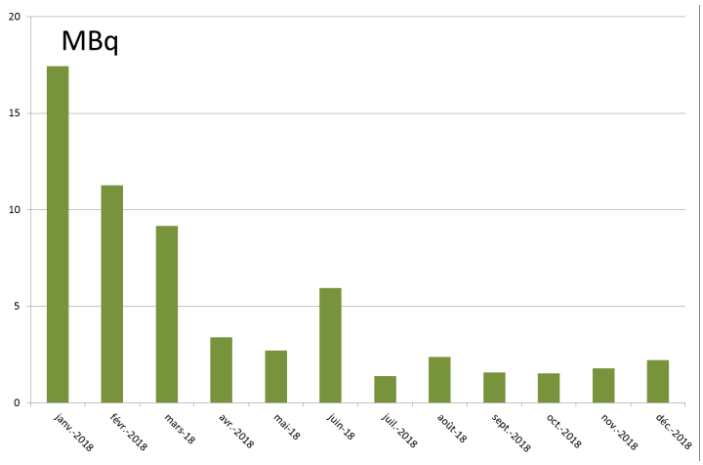
L'évolution des quatre catégories de rejets mesurées en sortie de centre (R7) est représentée ci-après pour les cinq dernières années.

Activité des émetteurs alpha des eaux en sortie de centre (R7) de 2014 à 2018 (GBq)

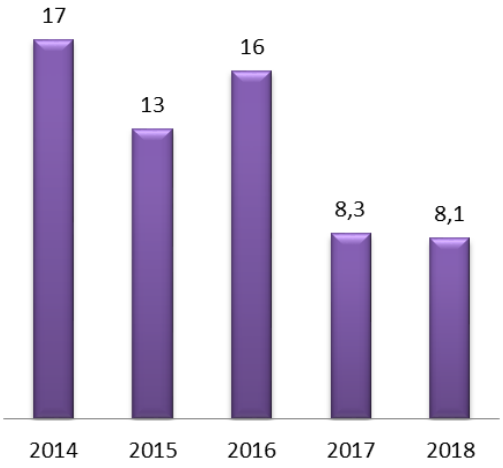


Pour les émetteurs alpha, la mesure représente l'activité α globale, c'est-à-dire l'activité naturelle (principalement en uranium et ses descendants), et l'activité artificielle éventuellement présente. Des mesures sur « grand volume » faites depuis 2001 montrent que la contribution des émetteurs artificiels (plutonium, américium) est très faible. Pour l'année 2018, cette contribution est de l'ordre de 0,9 MBq (environ 2 %) comme en 2017. Les valeurs élevées de Janvier à Mars correspondent à des mois très pluvieux contribuant à de forts volumes en sortie de centre.

Répartition mensuelle des émetteurs alpha dans les eaux en sortie de centre (R7)



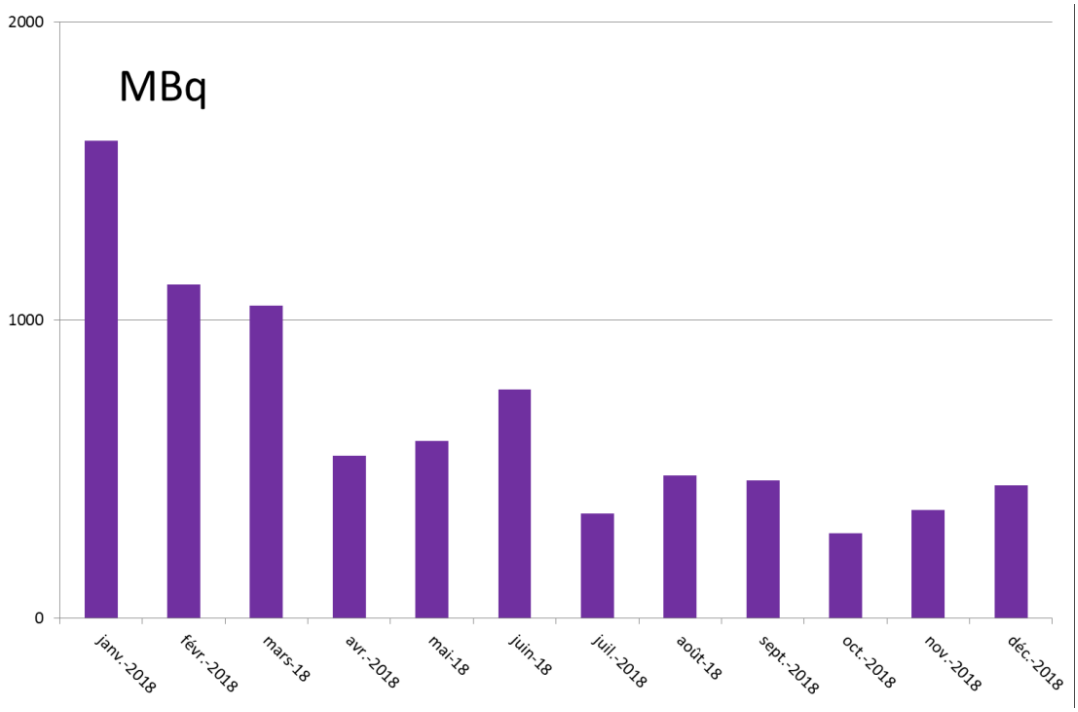
Activité en tritium des eaux en sortie de centre (R7) de 2014 à 2018 (GBq)



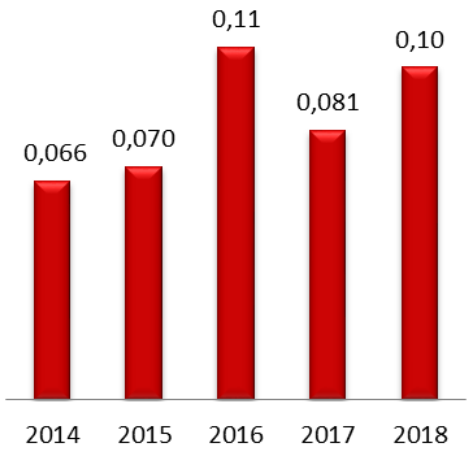
On constate que les quantités rejetées de tritium, principal radionucléide détecté, restent globalement du même ordre de grandeur depuis cinq ans avec une baisse notable en 2017 et 2018, en correspondance avec les variations des rejets de la station de traitement des effluents liquides radioactifs (INB 35).

Les rejets par bâchées des installations nucléaires en 2018 ont généré 0,1 GBq, à comparer aux 8 GBq mesurés en sortie de centre. Les 7,9 GBq restants proviennent 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.

Répartition mensuelle en tritium des eaux en sortie de centre (R7)

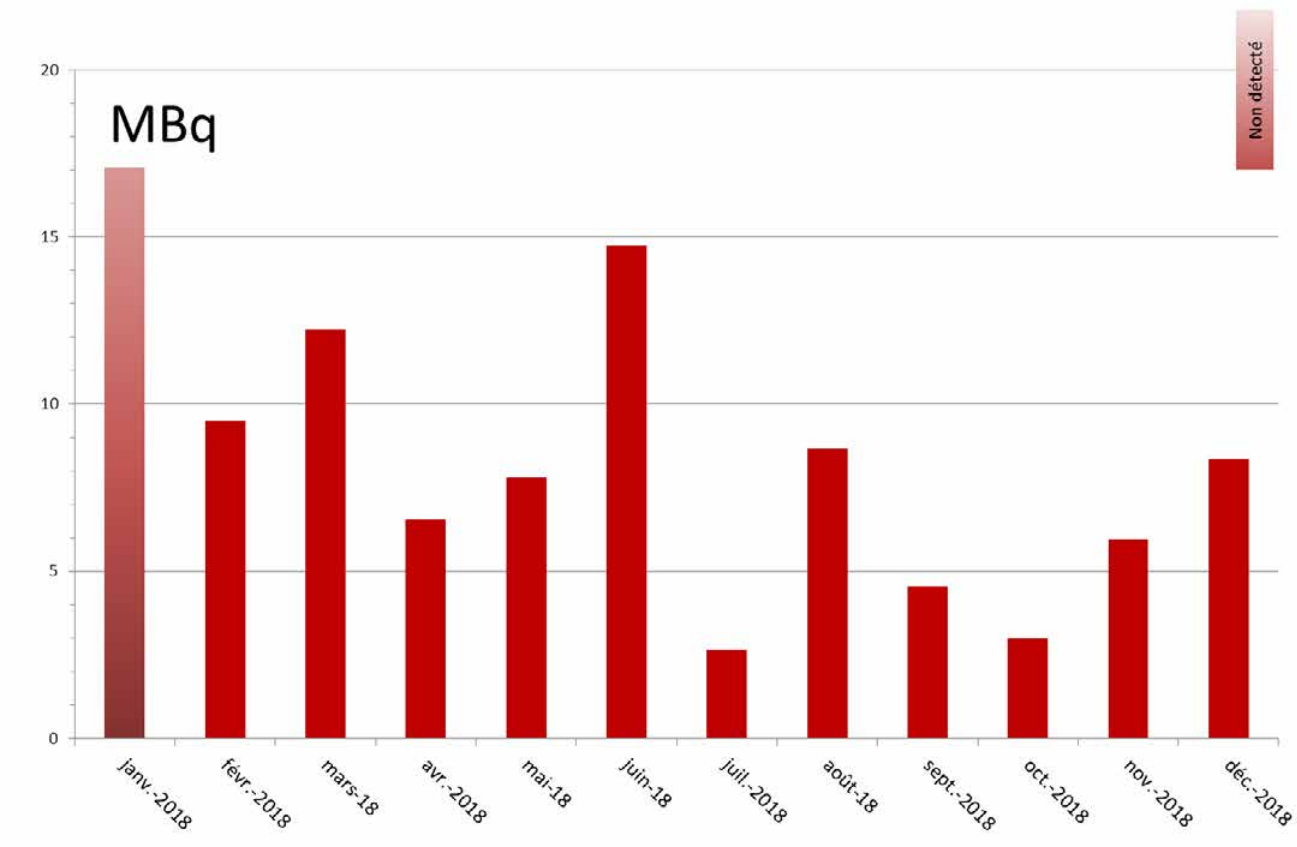


Activité carbone 14 des eaux en sortie de centre (R7) de 2014 à 2018 (GBq)

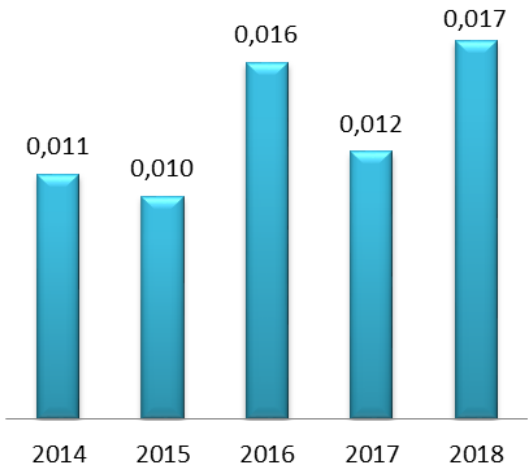


Le cumul annuel annoncé (100 MBq) est très majorant avec la somme des rejets par bâchées effectués par les installations du centre (3 MBq) du fait des cumuls avec des valeurs inférieures ou proches des seuils de décision associés avec de forts volumes en début d'année.

Répartition mensuelle en carbone 14 des eaux en sortie de centre (R7)



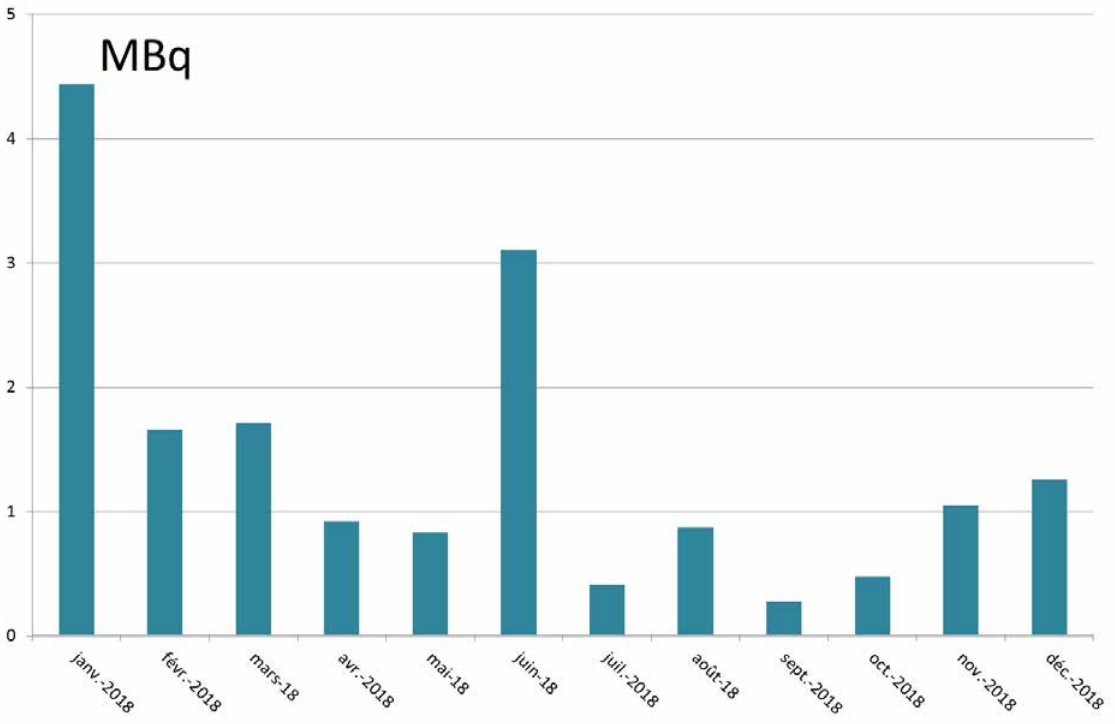
Activité des émetteurs β–γ des eaux (hors tritium et carbone 14) en sortie de centre (R7) de 2014 à 2018 (GBq)



Les autres émetteurs β–γ sont principalement constitués de césium 137 et de strontium 90 (spectre de référence).

La somme des rejets de radionucléides émetteurs bêta-gamma (hors tritium et carbone 14) effectués par bâchées par les installations est de 0,3 MBq, valeur à comparer à la mesure en sortie de centre (17 MBq), valeur majorante par la prise en compte de seuils de décision. Les rejets de l'INB 29 exploitée par CIS bio international représentent environ 5 MBq (thallium 202, europium 152, césium 137 et cobalt 57), qui sont aussi comptabilisés au point R7.

Répartition mensuelle des émetteurs β–γ des eaux (hors tritium et carbone 14) en sortie de centre (R7)



MESURES CHIMIQUES DES REJETS LIQUIDES

Le centre CEA de Paris Saclay, site de Saclay, est d'autre part réglementé pour les paramètres chimiques au niveau de cinq réseaux, dont les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

- le réseau d'eau recyclée R3 ;
- le réseau en sortie de traitement des effluents sanitaires R4 ;
- le réseau R5 amont des effluents industriels avant prétraitement qui collecte aussi les purges des tours aéroréfrigérantes du réacteur Orphée ;
- le réseau « ovoïde nord » R8, récupérant les eaux pluviales du secteur nord du site du CEA ainsi que les eaux de refroidissement (non traitées) des climatiseurs du réacteur Osiris ;
- le réseau R7, situé en sortie de site, qui récupère toutes les eaux provenant du CEA ainsi que les deux rigoles agricoles de Saint-Aubin et de Châteaufort. Sont également comptabilisés en ce point, comme en R5 amont, les rejets de l'installation nucléaire de base INB 29 de CIS bio international.

Volume d'eau rejeté en R4			
Paramètre	Limite annuelle de l'arrêté Préfectoral	Volume journalier maximal	Volume journalier moyen
Débit annuel	1 000 m^3	772	331

Concentrations en R4 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limites de l'arrêté Préfectoral en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration annuelle moyenne en mg/l
pH	5,5 à 8,5	6,3 à 7,7	7,2
M.E.S	35	4,7	2,8
DBO5	25	< 3	< 3
DCO	125	18	10
Azote total	15	15	7,9
Phosphore total	2	1,5	0,56

Concentrations en R5 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limites de la décision ASN en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration annuelle moyenne en mg/l
M.E.S	50	12	4,5
DBO5	30	7,0	3,9
DCO	100	19	14
Azote total	30	9,5	6,3
Phosphore total	5	0,80	0,40
Cyanures	0,05	< 0,010	<0,010
Sulfates	500	160	107
Fluorures	1	0,3	0,22
Chlorures	200	240	133
Aluminium	1	0,17	0,070
Arsenic	0,005	< 0,0016	0,0007
Cadmium	0,005	< 0,00066	< 0,00024
Chrome	0,01	< 0,0017	< 0,0012
Cuivre	0,1	0,009	0,0070
Étain	0,02	< 0,001	< 0,0008
Fer	1	0,063	0,031
Manganèse	0,2	0,019	0,010
Mercure	0,005	< 0,00005	< 0,000045
Nickel	0,05	< 0,0083	0,0003
Plomb	0,1	0,0013	0,00069
Zinc	0,5	0,061	0,038
Tributylétain	-		< 0,00005
Phénols	0,1	< 0,010	< 0,010
Hydrocarbures	2	0,18	0,11
AOX	0,7	0,33	0,13
Chrome VI	-	-	< 0,005
THM*	1	0,051	0,026

**THM : Trihalométhanes (Chloroforme, Bromoforme, Monobromodichlorométhane et Dibromomonochlorométhane)*

Volume d'eau rejeté en R3		
Paramètre	Limite annuelle de l'arrêté Préfectoral	Volume annuel
Débit annuel	2 000 000 m^3	701 600

Concentrations en R3 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limites de l'arrêté Préfectoral en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration annuelle moyenne en mg/l
pH	5,5 à 8,5	6,0 à 7,5	6,9
M.E.S	30	12	2,6
DBO5	30	68	5,1
DCO	100	190	15
Azote total	30	8,8	4,6
Phosphore total	5	0,18	0,11
Cyanures	0,1	0,020	0,010
Bromures	10	1,30	0,34
Fluorures	2	0,26	0,13
Nitrates	75	30	17
Aluminium	0,4	0,24	0,048
Arsenic	0,05	0,0017	0,0007
Béryllium	0,002	< 0,0010	< 0,0003
Bore	0,12	0,16	0,047
Cadmium	0,005	< 0,00066	< 0,00025
Chrome	0,02	< 0,0017	< 0,0012
Cuivre	0,1	0,033	0,0079
Étain	0,1	< 0,001	< 0,0008
Fer	1	0,025	0,009
Manganèse	0,2	0,063	0,019
Mercure	0,005	0,00016	0,00005
Nickel	0,05	< 0,0083	< 0,0033
Plomb	0,05	0,0019	0,00067
Zinc	2	0,062	0,026
Tributylétain	-		< 0,00005
Phénols	0,3	< 0,010	< 0,010
Hydrocarbures	0,5	0,55	0,11
AOX	0,7	0,72	0,20

Volume d'eau rejeté en R8		
Paramètre	Limite annuelle de la décision ASN	Volume annuel
Débit annuel	800 000 m^3	481 000

Concentrations en R8 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limites de la décision ASN en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration annuelle moyenne en mg/l
pH	5,5 à 9,5	6,9 à 8,1	7,8
M.E.S	30	18	4,7
DBO5	30	< 3	< 3
DCO	100	19	9,0
Phosphore total	5	0,11	0,10
Cyanures	-	< 0,010	< 0,010
Bromures	10	0,84	0,25
Fluorures	1	0,51	0,22
Aluminium	1	0,18	0,071
Chrome	0,005	< 0,0017	< 0,0012
Cuivre	0,1	0,0095	0,0062
Fer	1	0,10	0,026
Nickel	0,05	< 0,0083	0,0035
Plomb	0,05	0,0018	0,00065
Zinc	2	0,033	0,021
Tributylétain	< seuil	-	< 0,0001
AOX	1	0,32	0,07
Chrome VI	< seuil	-	< 0,005
THM*	1		**

**THM : Trihalométhanes (Chloroforme, Bromoforme, Monobromodichlorométhane et Dibromomonochlorométhane)*

*** Arrêt des mesures THM au 1/4/2016 suite à l'arrêt des aéroréfrigérants du réacteur Osiris*

Le réseau R3 (eau recyclée) présente de légers dépassements des limites : AOX (mesure des Halogènes Organiques adsorbables) en avril, hydrocarbures en juin et Bore en Mars. Plusieurs dépassements de la limite en DCO ont aussi été enregistrés : 100 à 120 mg/L du 25 au 30 mars et 100 à 190 mg/L du 28 novembre au 1er décembre. Ce dernier évènement a fait l'objet d'une information à la DRIEE car consécutif à un rejet accidentel de glycol.

Les réseaux R8 (ovoïde nord) et R4 (effluents sanitaires) ne présentent aucun dépassement des limites réglementaires.

Le réseau R5 (collecteur général des effluents industriels) présente un seul dépassement de la limite en chlorures (240 mg/l en avril).

Les résultats de la surveillance chimique 2018 des eaux en sortie de centre (R7) ont été regroupés dans les deux tableaux ci-après. Les concentrations moyennes et maximales ainsi que les flux mensuels et annuels sont comparés aux limites autorisées fixées par l'arrêté préfectoral.

Volume d'eau rejeté en R7					
Paramètre	Unité	Limite mensuelle de l'arrêté Préfectoral	Volume mensuel maximal	Limite annuelle de l'arrêté Préfectoral	Volume annuel
volume	m^3		427 000	2 000 000	1 603 000

Concentrations en R7 - Paramètres physico-chimiques				
Paramètres	Unité	Limites de l'arrêté Préfectoral	Valeur ou concentration maximale	Valeur ou concentration annuelle moyenne
température	°C	30	1,7 à 30	15
pH		5,5 à 8,5	6,9 à 8,6	7,6
Conductivité	µS/cm	-	2000	750
M.E.S	mg/l	30	70	21
DBO5	mg/l	20	5,3	2,1
DCO	mg/l	100	64	14
Cyanures	mg/l	0,05	< 0,010	< 0,010
Bromures	mg/l	10	0,64	0,15
Chlorures	mg/l	250	140	43
Fluorures	mg/l	1,5	0,22	0,19
Sulfates	mg/l	250	130	55
Ammonium	mg/l	0,5	0,51	0,11
Nitrates	mg/l	75	24	17
Nitrites	mg/l	0,5	1,1	0,15
Azote total	mg/l	30	5,7	4,9
Phosphore total	mg/l	2	0,21	0,12
Aluminium	mg/l	0,4	0,32*	0,15*
Arsenic	mg/l	0,005	< 0,0016*	0,00084 *
Béryllium	mg/l	0,002	< 0,0010*	< 0,00031 *
Bore	mg/l	0,12	0,053*	0,025 *
Cadmium	mg/l	0,005	< 0,00066*	< 0,00021*
Chrome	mg/l	0,005	< 0,0017*	< 0,0007*
Cuivre	mg/l	0,1	0,019*	0,007*
Étain	mg/l	0,02	< 0,0010*	< 0,00028*
Fer	mg/l	1	0,18*	0,082*
Manganèse	mg/l	0,2	<0,019*	0,010 *
Mercure	mg/l	0,005	< 0,00005*	< 0,00002*
Nickel	mg/l	0,02	< 0,0083*	< 0,0030*
Plomb	mg/l	0,02	0,0015*	0,00092*
Zinc	mg/l	2	0,027*	0,020*
AOX	mg/l	0,7	0,24	0,039
Phénols	mg/l	0,5	< 0,010	< 0,010
Hydrocarbures	mg/l	0,5	0,36	0,070

Flux en R7 - Paramètres physico-chimiques					
Paramètres	Unité	Limites mensuelles de l'arrêté Préfectoral	Flux mensuel maximal	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral	Flux annuel
		en kg/mois	en kg	en kg/an	en kg
M.E.S	en kg	1 800	13 992	10 600	33 208
DBO5	en kg	2 000	930	10 000	3 347
DCO	en kg	5 350	5 189	32 000	22 435
Cyanures	en kg	4	<2,1	25	< 8,0
Bromures	en kg	-	41	-	236
Chlorures	en kg	-	16 076	-	68 569
Fluorures	en kg	-	85	-	302
Sulfates	en kg	-	17 064	-	88 859
Ammonium	en kg	24	40	140	183
Nitrates	en kg	14 000	9 224	84 000	27 615
Nitrites	en kg	57	55	340	246
Azote total	en kg	6 000	2 048	36 000	7 800
Phosphore total	en kg	100	51	600	190
Aluminium	en kg	140	137*	800	241*
Arsenic	en kg	0,4	0,36*	2	1,4*
Béryllium	en kg	0,2	< 0,21*	1	< 0,49*
Bore	en kg	16	6,4 *	80	40*
Cadmium	en kg	0,6	< 0,14*	3,5	< 0,34*
Chrome	en kg	0,4	< 0,36*	2	< 1,1*
Cuivre	en kg	5	3,0*	30	11*
Étain	en kg	4	< 0,09*	20	< 0,44*
Fer	en kg	50	77*	300	131*
Manganèse	en kg	5	< 4,1*	30	16*
Mercure	en kg	0,2	< 0,0066*	1	< 0,031*
Nickel	en kg	2,5	< 1,8 *	15	4,7*
Plomb	en kg	2,5	0,61*	15	1,5*
Zinc	en kg	140	9,0*	800	33*
AOX	en kg	-	10	-	62
Phénols	en kg	-	< 2,1	-	< 8,0
Hydrocarbures	en kg	-	< 21	-	115

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

Toutes les autres valeurs sont déterminées à partir des mesures réalisées sur des prélèvements de 24h effectuées une fois par mois, comme demandé par arrêté préfectoral.

En rouge Valeurs en dépassement des limites

Les règles de comptabilisation des rejets chimiques en matière de flux prennent en compte les valeurs significatives ou à défaut les valeurs des limites de quantification ($L_Q/2$) lorsque les résultats de mesure sont inférieurs à ces valeurs.

Plusieurs dépassements ont été observés en 2018 :

- pH : quelques dépassements ponctuels (max 8,6) fin mars en relation avec la sortie du plan d'eau de Villiers en raison du bloom planctonique saisonnier
- MES (Matières en suspension) : des dépassements réguliers de la limite en concentration en relation avec des évènements pluvieux avec un maximum en septembre (70 mg/l), des dépassements des limites mensuelle et annuelle de flux dès le mois de janvier 2018 en raison de la forte pluviométrie et des volumes records d'eaux ayant transité dans l'Aqueduc des Mineurs en janvier et février (près de 700 000m3)
- Béryllium et fer : dépassement de la limite mensuelle en flux en janvier à cause du volume important
- Ammonium : dépassement des limites en flux mensuel aux mois de juin et décembre et annuel à partir de novembre mais sans dépassement des limites en concentration.
- Nitrites : dépassement de la limite en concentration (1,1 mg/L au lieu de 0,5) en septembre mais sans dépassement du flux mensuel.



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



C215 n° 6

IMPACT DES REJETS

IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS GAZEUX

L'étude d'impact des rejets gazeux 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 influer sur les transferts.

La seconde étape concerne le calcul de l'impact radiologique annuel, effectué à l'aide d'un logiciel 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), facteurs qui sont repris dans les réglementations européenne et française. 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'EXPOSITION ET CHOIX DES GROUPES DE RÉFÉRENCE

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

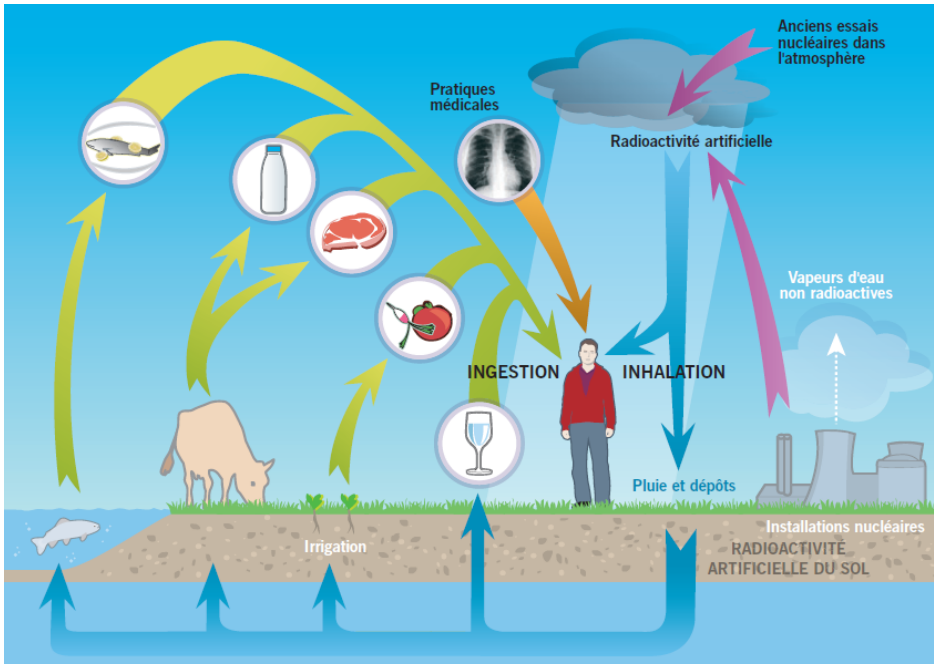
- L'immersion dans le panache et la remise en suspension des dépôts qui conduisent à une exposition interne par inhalation et à une exposition externe,
- la présence de radioactivité déposée au sol conduisant à une exposition externe,
- l'ingestion de végétaux, pour lesquels l'activité résulte principalement 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.

Les groupes de référence sont choisis en fonction des vents dominants, de l'existence d'habitations, de cultures et d'élevage. Les groupes étudiés sont les populations des localités les plus proches:

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

Le groupe de référence du Christ-de-Saclay, situé au plus près du centre et sous les vents dominants, est représentatif de l'impact maximal susceptible d'être généré par les rejets gazeux résultant du fonctionnement des installations du CEA Paris-Saclay, site de Saclay. De plus, le Christ de Saclay est située 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

On considère les rejets 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.

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 135 kg par an ainsi que 4,5 kg de céréales d'origine locale (soit 10 % de la ration alimentaire), 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).

HYPOTHESES PARTICULIERES AUX VOIES D'ATTEINTE

- Exposition externe due au passage du panache : on suppose un taux de présence de 50 % au voisinage ou à l'intérieur des habitations, 30 % dans les champs proches du CEA Saclay, et 20 % hors de la zone d'influence du panache ;
- Exposition interne par inhalation : l'exposition interne résulte de l'activité inhalée durant le passage du panache. On considère un débit respiratoire de 0,96 m^3/h pour l'adulte et de 0,25 m^3/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).

RÉSULTATS

Situé au plus près du centre et sous les vents dominants, le groupe du Christ-de-Saclay est le groupe de référence présentant l'impact maximal. Viennent ensuite les groupes de Saclay-Bourg, Saint-Aubin et Villiers-le-Bâcle.

La limite maximale réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements artificiels (hors médical), toutes composantes confondues, est de 1 mSv par an (Code de la santé publique, article R1333-8).

En 2018, l'impact des rejets gazeux réels du centre au Christ-de-Saclay est de 0,8 µSv, du même ordre que celui observé depuis 5 ans. L'augmentation observée par rapport à 2017 est due à l'augmentation des rejets de carbone-14 en 2018.

Impact des rejets gazeux du site CEA Paris-Saclay en µSV/an période 2014-2018

Christ-de-Saclay	2014	2015	2016	2017	2018
Tritium	0,21	0,24	0,22	0,19	0,10
Gaz rares	0,28	0,31	0,29	0,19	0,10
C14 gazeux	0,14	0,16	0,54	0,23	0,59
Halogènes	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aérosols	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	0,68	0,73	1,1	0,63	0,81

Les doses reçues par les différents groupes varient d'un coefficient 1 à 5 en fonction de la distance vis-à-vis du centre, de la rose des vents et des modes de consommation retenus.

La dose reçue par un nourrisson (1-2 ans) est environ 50 % plus faible que la dose reçue par un adulte, alors que la dose reçue par un enfant de 10 ans est légèrement supérieure (1,1 µSv).

Quels que soient les groupes, l'exposition résulte pour 60 à 80 % des rejets de carbone 14 et pour 120 à 25 % des rejets de gaz rares, surtout l'argon 41 en provenance du réacteur de recherche Orphée, et pour le reste principalement du tritium (environ 10 %). Les rejets de tritium et de carbone -14 sont issus de l'ICPE effectuant des recherches sur les molécules marquées.

Ces résultats d'impact ne prennent en compte que les rejets du CEA Paris-Saclay, site de Saclay, ceux issus de Cis Bio International n'étant pas inclus.

À titre d'information, l'impact des rejets gazeux de l'INB 29 de la société Curium/Cis Bio International est inférieur à 0,01 µSv.

IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS LIQUIDES

L'étude d'impact radiologique des rejets liquides est menée suivant deux étapes distinctes :

- 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 ;
- 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'EXPOSITION ET CHOIX DES GROUPES DE RÉFÉRENCE

Les rejets du centre CEA de Saclay transitent, via l'aqueduc des Mineurs, dans l'étang Vieux qui alimente l'étang Neuf dont l'exutoire est le ru de Vauhallan. On peut distinguer deux catégories de modes de transfert :

- 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. Les groupes de référence étudiés vis-à-vis de l'impact radiologique sont identifiés de la façon suivante :

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

RÉSULTATS

En 2018, l'impact maximal des rejets liquides du centre CEA de Saclay, calculé à partir des rejets mesurés en sortie de centre (R7), concerne le groupe des pêcheurs (adultes uniquement) avec une dose égale à 0,61 µSv, en légère augmentation par rapport à 2017 et du même niveau qu'en 2016. Les contributeurs principaux de l'impact pour ce groupe de référence sont le carbone 14 (52 %) et le césium 137 (17 %) et l'uranium, en raison de l'ingestion des poissons.

À cette dose de 0,61 µSv doit être rajoutée une dose de 0,02 µSv due à l'impact de l'installation nucléaire de base n° 29 de CIS Bio International. La part des impacts du CEA et de CIS Bio est évaluée au prorata des rejets par bâchées des installations.

Pour le groupe des exploitants agricoles, l'impact se réduit à une dose inférieure à 0,01 µSv.

Impact des rejets liquides du site CEA Paris-Saclay en µSV/an période 2014-2018

Pêcheur	2014	2015	2016	2017	2018
Émetteurs alpha	0,13	0,10	0,12	0,07	0.15
Tritium	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Carbone 14	0,20	0,21	0,33	0,25	0,32
Autres émetteurs β-γ	0,08	0,07	0,12	0,09	0,13
Total	0,45	0,41	0,60	0,42	0,61

Exploitant	2014	2015	2016	2017	2018
Émetteurs alpha	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tritium	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Carbone 14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Autres émetteurs β-γ	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Total	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX

Pour 2018, l'impact radiologique annuel (groupe des pêcheurs résidant au Christ de Saclay) des rejets des effluents radioactifs gazeux et liquides est très inférieur à 0,01 mSv. Ce niveau d'impact reste extrêmement faible et bien en-deçà de la limite réglementaire d'exposition pour le public fixée à 1 mSv/an. Pour rappel, l'exposition moyenne de la population française est de 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an pour les expositions naturelles et 1,6 mSv/an pour l'exposition médicale (source Rapport IRSN /2015-00001).

L'augmentation de l'impact en 2018, par rapport à 2017 est due principalement à l'augmentation des rejets de carbone 14 gazeux de l'installation effectuant des recherches sur les molécules marquées.

Impact des rejets liquides et gazeux du site CEA Paris-Saclay en µSV/an période 2014-2018

Pêcheur résidant au Christ-de-Saclay	2014	2015	2016	2017	2018
Impact rejets gazeux	0,68	0,73	1,1	0,63	0,81
Impact rejets liquides	0,45	0,41	0,60	0,42	0,61
Impact maximal total	1,1	1,1	1,7	1,1	1,4

IMPACT CHIMIQUE DES REJETS

En ce qui concerne l'impact environnemental des rejets par voie atmosphérique, les concentrations ajoutées dans l'air, notamment au Christ-de-Saclay, groupe de référence le plus exposé aux rejets par voie atmosphérique du centre de Saclay, ont été comparées aux valeurs relatives à la qualité de l'air, définies par l'article R 221-1 du code de l'environnement. Quels que soient la substance considérée et le point d'émission, les concentrations ajoutées sont toujours largement inférieures à ces limites ; elles représentent moins de 1 %, pour les oxydes d'azote, au Christ-de-Saclay.

En ce qui concerne l'impact environnemental des rejets par voie liquide, au niveau des étangs de Saclay, quelle que soit la substance étudiée, les concentrations calculées sont inférieures aux seuils relatifs à la qualité des eaux présentés dans les différentes références.

L'impact environnemental des rejets du centre de Saclay est donc négligeable.

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 µg/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 émis par voie atmosphérique et liquide du centre de Saclay peut donc être considéré comme négligeable.

En conclusion, l'impact environnemental et sanitaire des rejets chimiques du centre CEA de Saclay est non significatif.



C215 n° 7

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.

Les lieux et fréquences des prélèvements



LA SURVEILLANCE MÉTÉOROLOGIQUE

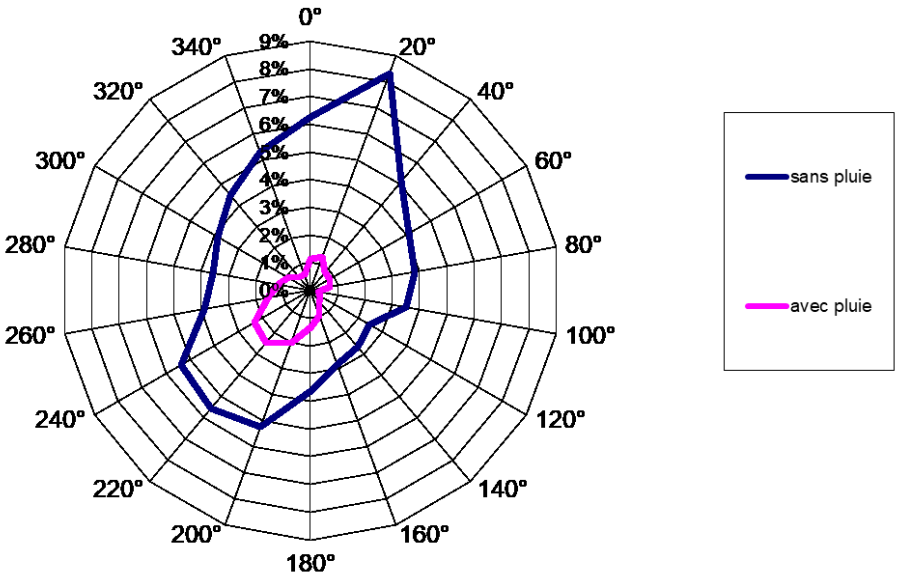
Depuis 1958, le CEA Saclay est doté d'une station météorologique fournissant en permanence les paramètres nécessaires à la surveillance environnementale. La connaissance en temps réel des principaux paramètres météorologiques (direction et vitesse du vent, stabilité de l'atmosphère…) est, depuis 1983,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



Station météo du CEA Saclay © CEA

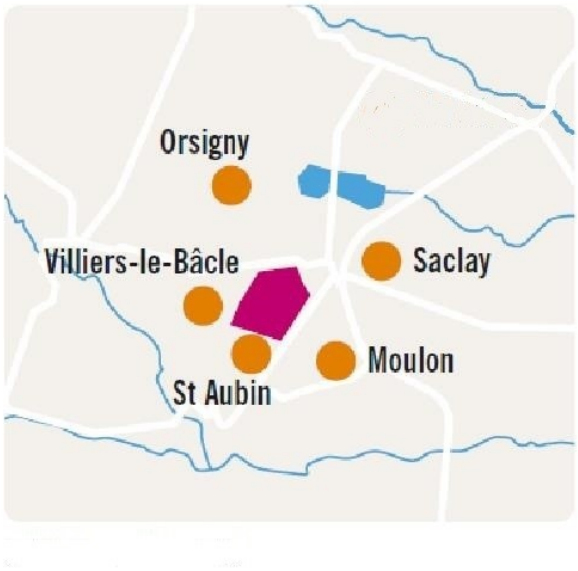
Cette station fait partie du réseau d'observation de Météo France du centre météorologique départemental de l'Essonne. La figure ci-dessous présente la rose des vents de l'année 2018. Elle met en évidence des vents dominants provenant du secteur Sud-Ouest (200°-240°) et Nord-Est (20°). Les vents de Nord-Est (20°) ont été prédominants en 2018.

Rose des vents 2018 toutes vitesses confondues en fonction des types de temps



LA SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE

La surveillance atmosphérique des rejets dans l'environnement est réalisée à partir des mesures effectuées dans les cinq stations fixes implantées en périphérie du centre, quatre étant requises au titre des arrêtés, dont une sous les vents dominants.



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 du Moulon au sud-est, de Saclay au nord-est sous les vents dominants, et d'Orsigny au nord-ouest, sont situées à une distance d'environ 2 km. Enfin, la station du Val d'Albian, située à 4 km au nord/nord-est a été arrêtée définitivement fin 2017, elle n'apparait plus sur la carte.

Pour les gaz rares, l'activité est essentiellement due au radon (fluctuations de quelques Bq/m^3 à quelques dizaines de Bq/m^3). En 2018, comme les années précédentes, aucune radioactivité artificielle en gaz rares (argon 41, krypton 85…) n'a été mise en évidence par les mesures en continu dans les diverses stations. Les fluctuations observables sont identiques d'une station à l'autre et reflètent les variations du taux d'émanation radon fortement liées aux conditions météorologiques.

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

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



Barboteurs pour piégeage du tritium gazeux et de la vapeur d'eau tritiée

En 2018, l'activité volumique en tritium mesurée au niveau des 4 stations est le plus souvent non détectée avec des limites de détection HT + HTO généralement inférieures à 0,3 Bq/m^3. Moins de 6 % des mesures sont significatives et la valeur maximale en HT (2,0 Bq/m^3) a été mesurée en février 2018 à la station de Villiers-le-Bâcle et la valeur maximale en HTO (0,30 Bq/m^3) a aussi été mesurée en février 2018 à la station de Villiers-le-Bâcle. 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 inférieure à 0,25 Bq/m^3.

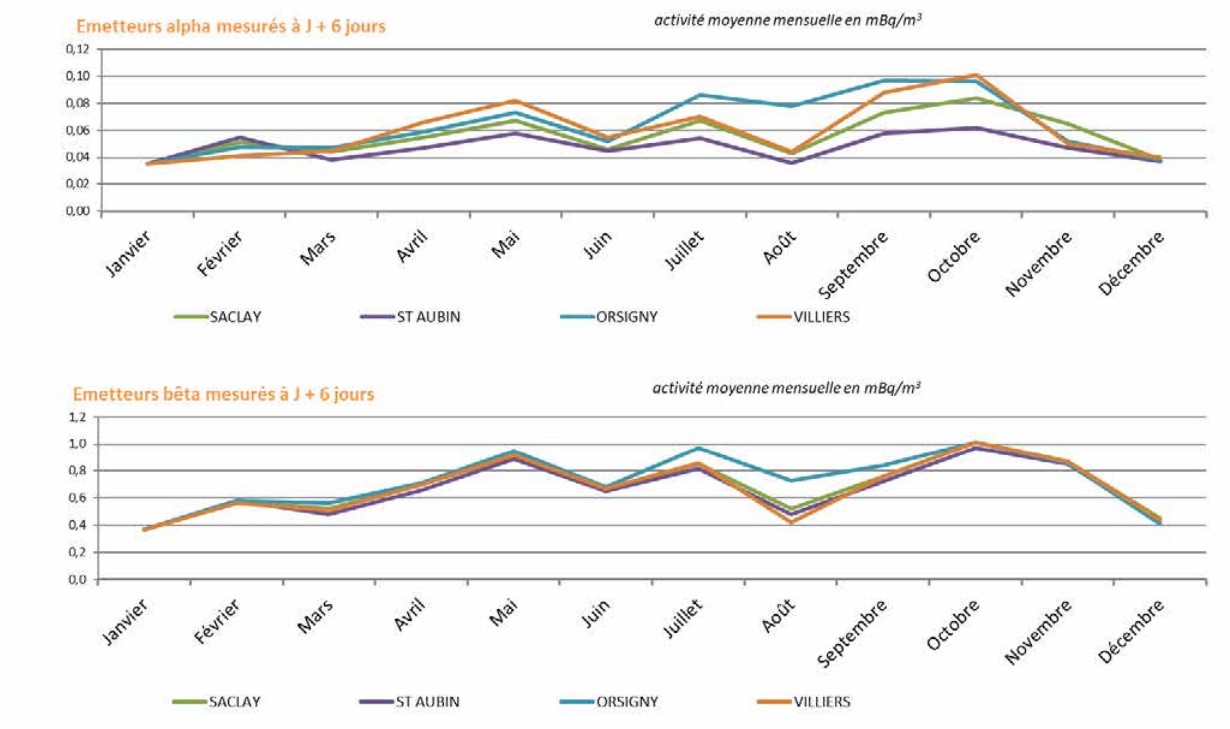
Le carbone 14 est mesuré sous les vents dominants au niveau de la station de Saclay avec un barboteur spécifique comportant une solution d'hydroxyde de sodium. Depuis janvier 2015, une nouvelle technique de mesure bas niveau permet d'apprécier les fluctuations autour du niveau naturel de ^{14}C dans l'air (0,05 Bq/m^3). Les mesures du ^{14}C sous forme CO_2 sont comprises entre 0,032 et 0,056 Bq/m^3.


Balise à filtre séquentiel pour la collecte et la mesure α-β des aérosols

Les iodes, dont le principal isotope radioactif est l'iode 131, sont surveillés au niveau de 4 stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny. Une surveillance est assurée par des prélèvements en continu avec un débit d'aspiration de l'ordre de 3 m^3/h à travers une cartouche contenant du charbon actif piégeant les iodes. Ces cartouches, changées hebdomadairement, sont ensuite mesurées en différé par spectrométrie gamma. En 2018, tous les résultats de mesures d'iode sont restés inférieurs aux seuils de décision, compris entre 0,2 et 0,95 mBq/m^3 (millièmes de Bq/m^3). Concernant les autres émetteurs bêta-gamma susceptibles d'être présents dans l'air, une recherche est effectuée dans chacune des stations de surveillance atmosphérique sur les aérosols (poussières). Ces aérosols sont prélevés en continu sur des filtres par pompage de l'air à raison d'environ 60 Nm^3/h avec changement des filtres toutes les 24 heures. Des mesures par comptage alpha et bêta global sont réalisées à J + 6 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'empoussièrement de l'air.

Les activités moyennes mensuelles (mesures à J + 6 jours) ont été portées sur les figures ci-dessous, en mBq/m^3 d'air (millième de Bq/m^3), aussi bien pour les émetteurs alpha que pour les émetteurs bêta.



On remarque, en mai, octobre et novembre 2018, une augmentation des niveaux de radioactivité naturelle, en relation avec les inversions de température, avec plusieurs dépassements journaliers de la limite des 2 mBq/m^3 (max 2,6 mBq/m^3) impliquant pour chacun d'eux une spectrométrie gamma systématique de contrôle. Une recherche spécifique d'émetteurs gamma artificiels comme le césium 137 est également entreprise, pour chaque station de surveillance de l'environnement, sur l'ensemble des filtres journaliers du mois afin d'accéder à de très faibles niveaux de radioactivité. En 2018, aucun émetteur gamma artificiel n'a été détecté (activité inférieure à 1 µBq/m^3, soit 1.10^{-6} Bq/m^3). Seuls deux radionucléides naturels y sont détectés (Béryllium-7 et Plomb-210).

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 quadrimensuels lorsqu'il a plu pendant cette période. Aucune radioactivité artificielle n'est détectée hormis celle du tritium.

En 2018, les activités tritium des précipitations à Saclay et Saint-Aubin sont, la plupart du temps, inférieures à 4 Bq/l avec des variations comprises entre < 3,0 et 11 Bq/l. Les valeurs significatives ponctuellement observées uniquement à Saclay (11 Bq/l en février) sont en relation avec les rejets gazeux du laboratoire de biologie travaillant sur des molécules marquées. Le pluviomètre « Orphée », situé sur le centre à proximité de l'émissaire (environ 100 m), enregistre les activités en tritium les plus élevées (max : 35 Bq/l en février). 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.

Le tableau ci-après rassemble l'ensemble des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2018.

Radioactivité en tritium des eaux de pluie en 2018

2018	Hauteur moyenne* des précipitations (en 1/10 mm)	Activité tritium des précipitations à Saclay (Bq/l)	Activité tritium des précipitations à Saint-Aubin (Bq/l)	Activité tritium des précipitations près d'Orphée (Bq/l)
Janvier	535	< 3	< 3,4	11
	64	-	-	-
	618	< 3,3	< 3,4	5,5
	262	< 3	< 2,8	3,5
Février	209	4,8	< 2,9	35
	174	< 3,4	< 3,5	17
	83	11	< 3,6	24
	10	-	-	-
Mars	235	< 3,3	< 3,3	< 3,3
	358	< 3,1	< 4,1	5,0
	59	-	-	-
	203	< 3,3	< 4,1	13
Avril	168	< 3,3	< 3,1	7,8
	192	< 2,6	< 2,6	4,4
	4	-	-	-
	180	< 3,0	< 3,0	4,5
Mai	2	-	-	-
	74	-	-	-
	4	-	-	-
	580	< 3,2	< 3,3	10
Juin	310	< 3,1	< 3,1	26
	796	< 3,3	< 3,3	< 3,3
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Juillet	8	-	-	-
	30	-	-	-
	8	-	-	-
	47	-	-	-
Aout	-	-	-	-
	58	4,5	< 3,8	9,1
	25	-	-	-
	341	< 3,2	< 3,3	< 3,3
Septembre	4	-	-	-
	4	-	-	-
	33	-	-	-
	67	< 3,2	< 3,1	4,8
Octobre	3	-		-
	7	< 2,9	< 2,9	8,2
	1	-	-	-
	16	< 3,6	< 3,6	< 3,6
Novembre	88	< 2,8	< 2,9	11
	309	< 3,3	< 3,4	4,3
	46	-	-	-
	324	< 2,9	< 2,8	5
Décembre	299	< 3,2	< 3,2	< 3,3
	63	-	-	-
	416	< 3,4	< 3,4	19
	115	< 2,8	< 2,9	32
MOYENNE		**3,6**	**< 3,3**	**11**
MAX		**11**	**< 4,1**	**35**
cumul en mm/an	**742**			

* : hauteur moyenne Saclay & Saint-Aubin

LES SOLS DU PLATEAU

Des analyses de terre sont réalisées entre avril et décembre et réparties sur cinq stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle, Moulon et Orsigny. Les échantillons sont prélevés sur les premiers centimètres de la couche de surface pour être représentatifs des dépôts.

Les résultats des mesures par spectrométrie gamma sont rapportés dans le tableau ci-après. Seuls les principaux radionucléides naturels détectés sont présentés. Leurs concentrations sont représentatives des niveaux de radioactivité naturelle du plateau de Saclay : 310 à 440 Bq/kg pour le potassium 40, 27 à 42 Bq/kg 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 2,7 Bq/kg), 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.

Radioactivité des sols de surface du plateau de Saclay en 2018 (en Bq/kg sec)

Stations	Dates de prélèvement	Potassium 40				Uranium 238 (Th-234)				Radium 226				Plomb 210				Actinium 228				Césium 137			
Saclay	5-juin	440	±	18	%	42	±	25	%	49	±	32	%	48	±	22	%	44	±	21	%	2,7	±	24	%
Saint-Aubin	3-juil.	400	±	18	%	36	±	26	%	46	±	32	%	43	±	23	%	37	±	21	%	2,3	±	27	%
Villiers-le-Bâcle	9-mai	310	±	18	%	31	±	27	%	34	±	34	%	33	±	25	%	35	±	21	%	1,8	±	28	%
Moulon	6-sept.	390	±	18	%	29	±	29	%	35	±	34	%	60	±	22	%	32	±	21	%	2,1	±	27	%
Orsigny	6-avr.	290	±	18	%	27	±	28	%	31	±	34	%	42	±	22	%	27	±	21	%	1,1	±	33	%

LES HERBES DU PLATEAU

Des herbes sont prélevées chaque mois dans 4 stations de surveillance, celles de Saclay-Village, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny.

Le potassium 40 est le principal radionucléide naturel détecté dans les herbes avec une activité moyenne d'environ 200 Bq/kg frais (fluctuations entre 90 et 320 Bq/kg frais).

Du tritium peut être détecté (24 % des mesures) avec des concentrations comprises entre < 2 et 10 Bq/kg frais, dépendant des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie. Ces niveaux sont très bas et le plus souvent inférieurs à 3 Bq/kg frais, toutes stations confondues. La valeur de 10 Bq/kg frais a été détectée sur un prélèvement d'herbe réalisé en janvier à proximité de la station de Saint Aubin. Les mesures de tritium lié (TOL : tritium organiquement lié ou OBT en anglais) sont toujours inférieures au seuil de décision (20 Bq/kg frais). Celles du carbone 14 lié fluctuent autour du niveau du C_{14} naturel (220-230 Bq/kg C) en tenant compte des incertitudes, ce qui représente des variations entre 20 et 50 Bq/kg frais selon les saisons.

Conformément à la décision environnement n°2016-DC-0569 du 29/09/2016 modifiant la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN du 16/07/2013, le strontium 90 n'est plus mesuré dans les herbes prélevées dans l'environnement du site de Saclay en raison de son absence dans les rejets atmosphériques.

Radioactivité des herbes prélevées mensuellement autour du CEA Saclay en 2018 (en Bq/kg frais)

	Saclay Bq/kg frais			Saint-Aubin Bq/kg frais		
	Potassium 40	Tritium libre	Strontium 90	Potassium 40	Tritium libre	Strontium 90
Janvier	110 ± 23 %	< 2,2	Application de la décision environnement n°2016-DC-0569 du 29/09/2016 modifiant la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN du 16/07/2013	100 ± 22 %	10 ± 36 %	Application de la décision environnement n°2016-DC-0569 du 29/09/2016 modifiant la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN du 16/07/2013
Février	NON PRELEVE			160 ± 23 %	< 2,6	
Mars	92 ± 24 %	6,4 ± 36 %		130 ± 24 %	< 2,5	
Avril	200 ± 23 %	4,9 ± 66 %		210 ± 23 %	< 1,9	
Mai	220 ± 23 %	< 2,2		200 ± 22 %	< 2,3	
Juin	200 ± 23 %	< 4,5		180 ± 23 %	7,1 ± 71 %	
Juillet	260 ± 23 %	< 2,6		200 ± 23 %	< 2,6	
Août	210 ± 23 %	3,6 ± 65 %		210 ± 23 %	2,4 ± 90 %	
Septembre	210 ± 22 %	< 2,1		200 ± 23 %	< 1,9	
Octobre	240 ± 23 %	3,0 ± 88 %		290 ± 22 %	< 1,8	
Novembre	190 ± 13 %	7,6 ± 36		210 ± 13 %	< 2,3	
Décembre	190 ± 23 %	7,5 ± 43 %		150 ± 23 %	< 2,4	
Fluctuations	**92 à 260**	**< 2,1 à 7,6**		**100 à 290**	**< 1,8 à 10**	

	Villiers-le-Bâcle Bq/kg frais			Orsigny Bq/kg frais		
	Potassium 40	Tritium libre	Strontium 90	Potassium 40	Tritium libre	Strontium 90
Janvier	140 ± 22 %	< 2,9	Application de la décision environnement n°2016-DC-0569 du 29/09/2016 modifiant la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN du 16/07/2013	120 ± 23 %	< 2,3	Application de la décision environnement n°2016-DC-0569 du 29/09/2016 modifiant la décision n°2013-DC-0360 de l'ASN du 16/07/2013
Février	150 ± 23 %	< 2,7		110 ± 23 %	< 2,6	
Mars	71 ± 25 %	< 1,8		170 ± 23 %	< 2,1	
Avril	210 ± 23 %	< 2,1		200 ± 23 %	< 1,9	
Mai	210 ± 23 %	< 2,3		190 ± 22 %	< 2,2	
Juin	190 ± 23 %	< 6,7		190 ± 23 %	< 4,3	
Juillet	310 ± 23 %	< 2,1		240 ± 23 %	< 2,1	
Août	220 ± 23 %	3,3 ± 66 %		220 ± 22 %	4,7 ± 54 %	
Septembre	NON PRELEVE			240 ± 22 %	< 2,0	
Octobre	280 ± 22 %	< 2,7		320 ± 22 %	< 1,6	
Novembre	230 ± 13 %	< 2,4		210 ± 13 %	< 2,2	
Décembre	140 ± 23 %	< 2,4		170 ± 23 %	< 2,2	
Fluctuations	**71 à 310**	**< 1,8 à 6,7**		**110 à 320**	**< 1,6 à 4,7**	

LES FRUITS ET LÉGUMES DU PLATEAU

Des contrôles radiologiques sont périodiquement effectués 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) 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 60 et 140 Bq/kg frais selon la nature des fruits ou des légumes.

Aucune trace de césium 137 n'est détectée. Le seul radionucléide artificiel présentant parfois une activité mesurable est le tritium dont les valeurs sont comprises entre < 3 et 16 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 l'échantillon de fraises, sont inférieures au seuil de décision pour le TOL et pour le ^{14}C lié au niveau du ^{14}C naturel (220-230 Bq/kg C). Comme pour les herbes, la mesure du strontium 90 n'est plus réalisée depuis mi-2017.

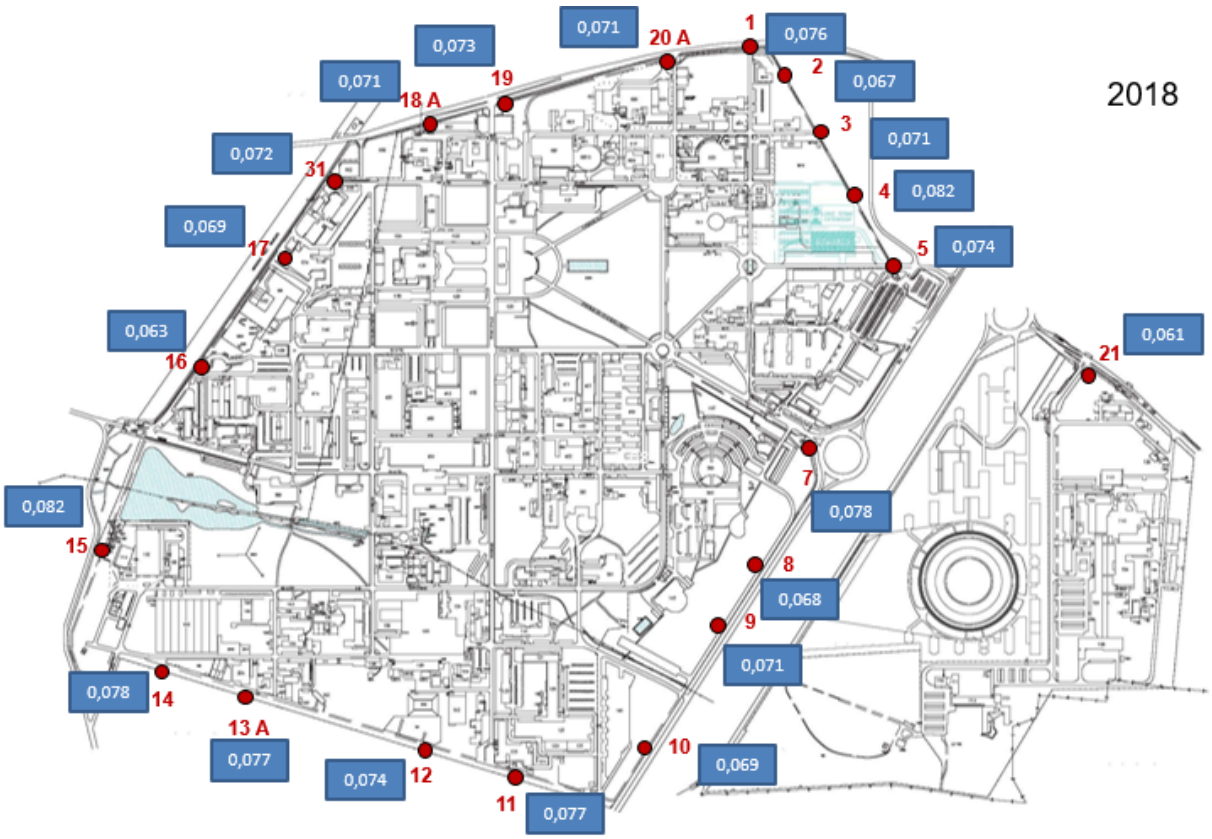
Radioactivité des fruits et légumes collectés sur le plateau de Saclay en 2018 (en Bq/kg frais)

| FRUITS & LEGUMES en Bq/kg frais | | |

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 étant bien trop faibles pour pouvoir 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. Le point n°6 n'est plus instrumenté car situé sur la cloture de la société Curium/Cis Bio. Ces dosimètres intègrent la dose sur une période mensuelle.

Débit d'équivalent de dose moyen annuel 2018 exprimé en µSv/h en périphérie du site CEA de Saclay



Les débits d'équivalent de dose mesurés pour 2018 par les dosimètres situés en limite de site sont comparables ou proches du bruit de fond naturel (entre 0,06 et 0,09 µSv/h).

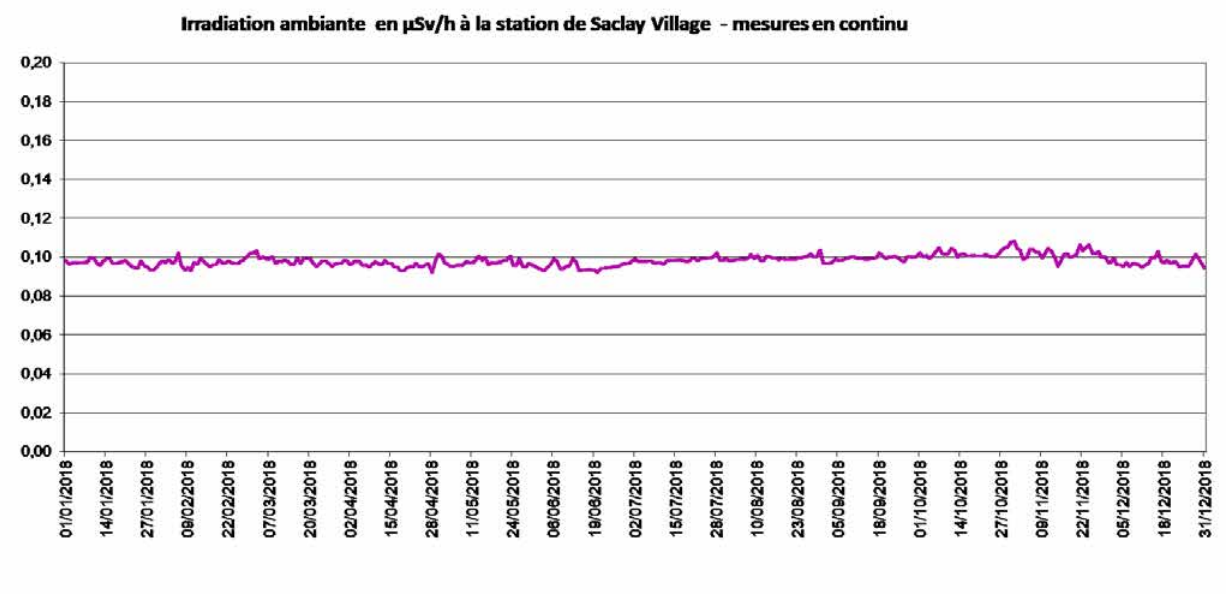
Au niveau des 5 stations périphériques encadrant le centre CEA de Saclay, le débit de dose est mesuré en continu par une sonde gamma (compteurs Geiger-Müller).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous, les incertitudes sur les mesures étant de l'ordre de 20 %.

Stations	Débit d'équivalent de dose annuel moyen en µSv/h (mesure par sonde gamma)
Saclay	0,098
Saint-Aubin	0,107
Villiers-le-Bâcle	0,103
Orsigny	0,101

Les différences de valeurs entre les mesures par RPL au niveau des clotures du centre et par sonde gamma à l'extérieur des 5 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 d'information, le graphe ci-dessous présente l'évolution de l'irradiation ambiante enregistrée en continu à partir de la sonde gamma à la station de Saclay.



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 µSv/h, mesure en haut d'un mât de 10 mètres.

LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

La surveillance du réseau hydrographique, tant du point de vue radiologique que chimique, s'étend jusqu'à l'étang de Saint-Quentin, point de référence distant d'environ 12 km du CEA, site de Saclay. 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 rus 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 16 mai 2018, récapitulées ci-après, ne révèlent pas d'anomalie particulière en dehors d'une valeur assez élevée de la turbidité.

Mesures physico-chimiques du plan d'eau de Villiers (en mg/l du 16/05/2018)											
MES	DCO	DBO5	Azote total (NTK)	Nitrites (NO_2^-)	Ions ammonium (NH_4^+)	Nitrates (NO_3^-)	Phosphore total (P total)	Oxygène dissous (O_2 dissous)	pH	Turbidité (NTU)	Température (T°C)
87	73	16	6,8	0,06	0,04	<5	0,56	9,2	8,4	248	17



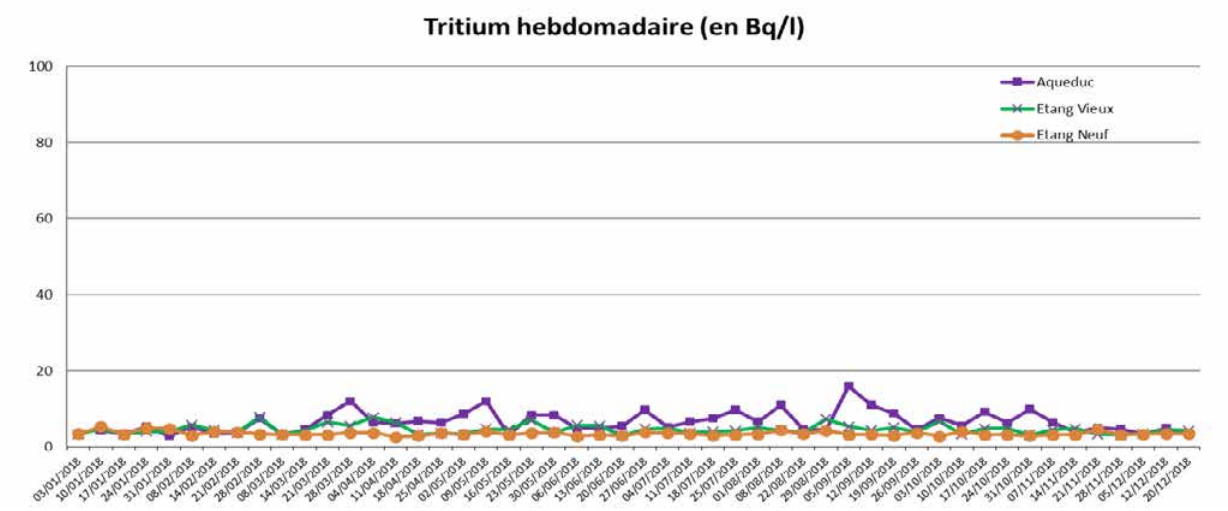
Les Bernaches du CEA Saclay © E. Guerre CEA

La qualité des eaux au point de déversement (S1) de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux 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 (inférieures ou proches du seuil de décision de l'ordre de 0,05 Bq/l) et bêta (de l'ordre de 0,1 Bq/l) sont représentatives des valeurs naturelles observées dans les eaux de surface.

Le tritium, mesuré de façon hebdomadaire, se situe à de très faibles concentrations , avec des valeurs moyennes annuelles de l'ordre de 7 Bq/l pour le point de déversement de l'aqueduc, 5 Bq/l pour l'étang Vieux et 4 Bq/l pour l'étang Neuf.

La valeur maximale relevée en sortie de site a été mesurée le 5 septembre 2018 (16 Bq/l au point S1 : sortie Aqueduc des Mineurs).



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 très basses, en moyenne de 0,002 Bq/l (max en Aout avec 0,006 Bq/l); dans l'étang Neuf, l'activité est inférieure à 0,001 Bq/l. Le strontium 90 présente des niveaux de concentrations non détectables ou proches des seuils de décision de l'ordre de 0,001 à 0,004 Bq/l pour les deux étangs.

Mesures mensuelles du césium 137 et du strontium 90 en Bq/m^3 dans les étangs Vieux et Neuf				
Dates	Etang Vieux		Etang Neuf	
	Césium 137	Strontium 90	Césium 137	Strontium 90
Janvier	2,7 ± 25	3,2 ± 25 %	< 0,72	3,1 ± 27 %
Février	< 1,2	3,2 ± 25 %	< 0,79	3,5 ± 25 %
Mars	< 0,72	2,6 ± 32 %	< 0,64	2,6 ± 32 %
Avril	2,1 ± 34 %	2,7 ± 41 %	< 0,82	2,9 ± 37 %
Mai	1,9 ± 42 %	2,3 ± 38 %	< 0,62	1,8 ± 43 %
Juin	< 0,77	2,6 ± 32 %	1,4 ± 56 %	1,9 ± 34 %
Juillet	3,5 ± 23 %	2,6 ± 31 %	< 0,61	2,8 ± 31 %
Août	5,8 ± 18 %	< 0,92	< 0,61	< 1,4
Septembre	1,2 ± 63 %	2,5 ± 27 %	< 0,77	2,7 ± 29 %
Octobre	1,4 ± 41 %	2,7 ± 30 %	< 0,86	2,9 ± 31 %
Novembre	1,0 ± 67 %	2,7 ± 30 %	< 0,63	2,8 ± 28 %
Décembre	1,3 ± 65 %	2,6 ± 31 %	< 0,82	2,6 ± 30 %
Moyenne	2,0	2,6	0,77	2,6

Concernant les paramètres chimiques, les mesures réalisées aux 3 points de surveillance ne révèlent pas d'anomalie particulière. Signalons toutefois des concentrations en aluminium et zinc un peu plus élevées au point de déversement que dans les étangs en raison des rejets du site CEA. On constate aussi que les teneurs en fer et en manganèse de l'étang Neuf peuvent être plus élevées que celles de l'étang Vieux. Les tableaux ci-dessous rassemblent l'ensemble des analyses mensuelles. Des phénomènes d'eutrophisation sont aussi observés dans les deux étangs pendant les mois d'été avec des valeurs de pH pouvant dépasser 9 (juillet à octobre). On peut observer que les limites de quantification des éléments traces (mesures par ICP-MS) ont été modifiées par le laboratoire à partir d'avril 2018 avec des limites plus basses pour certains éléments (As, B, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni et Pb) et plus élevées pour d'autres (Al, Hg, Sn et Zn).

Analyses chimiques mensuelles dans S1 (débouché aqueduc dans étang Vieux) en 2018

Paramètres		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
pH	-	7,8	7,7	7,8	8,0	8,1	8,1	8,1	7,9	7,7	7,9	7,2	7,0
Potassium	mg/l	3,4 ± 17 %	2,7 ± 20 %	3,3 ± 17 %	3,5 ± 17 %	3,2 ± 18 %	4,1 ± 15 %	3,5 ± 17 %	6,2 ± 13 %	7,0 ± 12 %	9,4 ± 12 %	6,1 ± 13 %	6,1 ± 13 %
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,23 ± 20 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Aluminium	µg/l	65 ± 15 %	33 ± 16 %	30 ± 15 %	59 ± 19 %	57 ± 15 %	75 ± 29 %	130 ± 29 %	120 ± 15 %	76 ± 27 %	110 ± 15 %	29 ± 17 %	35 ± 15 %
Arsenic	µg/l	< 1,6	< 1,6	< 1,6	0,78 ± 14 %	0,24 ± 16 %	1,1 ± 25 %	0,37 ± 21 %	0,55 ± 11 %	0,46 ± 28 %	0,39 ± 16 %	0,73 ± 14 %	0,66 ± 14 %
Bore	µg/l	< 30	< 30	< 30	42 ± 10 %	21 ± 18 %	32 ± 13 %	38 ± 20 %	51 ± 12 %	44 ± 12 %	50 ± 14 %	34 ± 10 %	31 ± 11 %
Béryllium	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cadmium	µg/l	< 0,66	< 0,66	< 0,66	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11 ± 12 %	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	3,6 ± 14 %	3,5 ± 15 %	4,2 ± 15 %	2,7 ± 14 %	2,7 ± 15 %	2,5 ± 24 %	5,1 ± 24 %	13 ± 10 %	2,4 ± 16 %	6,8 ± 15 %	4,8 ± 11 %	3,9 ± 15 %
Chrome	µg/l	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	75 ± 14 %	31 ± 15 %	32 ± 14 %	28 ± 11 %	7,9 ± 22 %	93 ± 25 %	< 5,0	6,4 ± 13 %	14 ± 24 %	10 ± 15 %	18 ± 14 %	29 ± 13 %
Mercure	µg/l	< 0,031	< 0,031	< 0,031	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganèse	µg/l	< 19	< 19	< 19	12 ± 15 %	5,8 ± 13 %	18 ± 27 %	6,1 ± 18 %	6,1 ± 9 %	6,2 ± 22 %	10 ± 13 %	7,1 ± 16 %	30 ± 12 %
Nickel	µg/l	< 8,3	< 8,3	< 8,3	1,1 ± 11 %	< 1,0	1,2 ± 27 %	< 1,0	1,8 ± 12 %	1,4 ± 23 %	1,7 ± 11 %	1,6 ± 16 %	1,1 ± 13 %
Plomb	µg/l	1,0 ± 10 %	< 0,65	< 0,65	0,53 ± 14 %	< 0,50	0,53 ± 17 %	< 0,50	0,55 ± 8 %	0,69 ± 13 %	0,91 ± 15 %	1,3 ± 13 %	0,83 ± 7 %
Etain	µg/l	< 0,21	< 0,21	< 0,21	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Uranium	µg/l	0,57 ± 10 %	0,81 ± 9 %	0,75 ± 8 %	0,73 ± 8 %	0,50 ± 13 %	0,37 ± 13 %	0,46 ± 21 %	0,34 ± 9 %	0,16 ± 8 %	0,28 ± 10 %	0,25 ± 11 %	0,28 ± 9 %
Zinc	µg/l	14 ± 11 %	20 ± 14 %	16 ± 14 %	10 ± 10 %	17 ± 14 %	6,7 ± 28 %	6,3 ± 18 %	18 ± 9 %	13 ± 22 %	13 ± 12 %	30 ± 13 %	22 ± 12 %
AOX	mg/l	_	_		_	_	_	0,043 ± 21 %	_	_	_	_	_
TBP	µg/l	_	_	_	_	_	_	< 0,10	_	_	_	_	_
Fluoranthène	µg/l	_	_	_	_	_	_	0,0070 ± 28 %	_	_	_	_	_

Analyses chimiques mensuelles dans étang Vieux en 2018

Paramètres		janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
pH	-	8,1	8,0	7,9	8,4	8,1	8,2	9,1	9,3	7,5	7,9	8,4	8,2
Potassium	mg/l	4,4 ± 15 %	3,7 ± 16 %	3,5 ± 17 %	4,0 ± 16 %	4,6 ± 14 %	4,5 ± 15 %	3,0 ± 19 %	3,1 ± 19 %	6,0 ± 13 %	8,1 ± 12 %	5,9 ± 16 %	6,3 ± 13 %
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,33 ± 19 %	< 0,10	< 0,10	0,15 ± 24 %	< 0,10	0,16 ± 23 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Aluminium	µg/l	21 ± 18 %	20 ± 17 %	26 ± 15 %	32 ± 20 %	< 10	25 ± 30 %	120 ± 28 %	100 ± 28 %	28 ± 35 %	19 ± 20 %	19 ± 19 %	21 ± 15 %
Arsenic	µg/l	< 1,6	< 1,6	< 1,6	1,3 ± 15 %	1,2 ± 13 %	1,4 ± 23 %	3,5 ± 16 %	5,4 ± 10 %	3,7 ± 29 %	2,1 ± 18 %	1,7 ± 14 %	1,2 ± 12 %
Bore	µg/l	< 30	< 30	< 30	34 ± 9 %	29 ± 17 %	42 ± 16 %	44 ± 22 %	46 ± 11 %	48 ± 11 %	44 ± 14 %	41 ± 11 %	33 ± 11 %
Béryllium	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cadmium	µg/l	< 0,66	< 0,66	< 0,66	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	3,0 ± 15 %	3,0 ± 14 %	2,4 ± 16 %	1,4 ± 15 %	< 1,0	< 1,0	3,3 ± 22 %	7,2 ± 11 %	< 1,0	< 1,0	2,4 ± 12 %	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	24 ± 14 %	20 ± 15 %	< 16	7,4 ± 12 %	< 5,0	26 ± 27 %	75 ± 16 %	68 ± 26 %	12 ± 33 %	21 ± 15 %	6,1 ± 17 %	14 ± 13 %
Mercure	µg/l	< 0,031	< 0,031	< 0,031	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganèse	µg/l	< 19	< 19	< 19	12 ± 15 %	18 ± 13 %	14 ± 27 %	< 5,0	< 5,0	5,9 ± 28 %	15 ± 14 %	< 5,0	6,1 ± 12 %
Nickel	µg/l	< 8,3	< 8,3	< 8,3	1,3 ± 10 %	< 1,0	1,0 ± 27 %	< 1,0	1,4 ± 13 %	1,4 ± 28 %	1,7 ± 12 %	3,1 ± 15 %	1,1 ± 13 %
Plomb	µg/l	< 0,65	< 0,65	< 0,65	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Etain	µg/l	< 0,21	< 0,21	< 0,21	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Uranium	µg/l	0,54 ± 10 %	0,58 ± 9 %	0,73 ± 8 %	0,83 ± 7 %	0,49 ± 13 %	0,28 ± 16 %	0,45 ± 23 %	0,95 ± 9 %	0,94 ± 8 %	0,87 ± 11 %	0,65 ± 10 %	0,61 ± 9 %
Zinc	µg/l	6,6 ± 13 %	10 ± 15 %	< 3,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	12 ± 9 %	< 5,0	< 5,0	11 ± 13 %	< 5,0
AOX	mg/l	_	_	_	_	_	_	< 0,020	_	_	_	_	_
TBP	µg/l	_	_	_	_	_	_	< 0,10	_	_	_	_	_
Fluoranthène	µg/l	_	_	_	_	_	_	< 0,0050	_	_	_	_	_

| Analyses chimiques mensuelles dans étang Neuf en 2018 | | |

LES SEDIMENTS DES ETANGS DE SACLAY

Une mesure des sédiments est réalisée tous les 6 mois au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs et tous les 3 ans dans l'étang Vieux et l'étang Neuf. Le tableau ci-après présentent les résultats des mesures réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés en 2018 au point de déversement S1 de l'aqueduc des Mineurs dans l'étang Vieux.

On observe une certaine variabilité d'une mesure à une autre au point S1, celle-ci pouvant dépendre du mode opératoire de prélèvement des sédiments (emplacement du prélevement et épaisseur de la couche prélevée). Les radionucléides mesurés sont caractéristiques des rejets du centre.

Il n'y a pas eu de mesure des paramètres chimiques sur les sédiments en 2018. La prochaine campagne est prévue en 2019.

Radioactivité artificielle des sédiments S1, étang Vieux et étang Neuf (en Bq/kg sec)				
Radionucléides (Bq/Kg sec)	Point de déversement de l'aqueduc des Mineurs (S1)		étang Vieux	étang Neuf
	20-juin	12-déc		
Tritium lié	< 46	150 ± 58 %	Pas de prélevement en 2018, prochaine campagne prévue en 2019	
Carbone 14 lié	< 44	390 ± 18 %		
Cobalt 60	< 0,41	1,3 ± 37 %		
Strontium 90	< 2,5	< 2,2		
Césium 137	19 ± 20 %	93 ± 21 %		
Plutonium 238	< 0,20	2,0 ± 41 %		
Plutonium 239+240	< 0,50	8,1 ± 24 %		
Américium 241	< 0,78	2,2 ± 32 %		

LES POISSONS DES ETANGS

En 2018, deux types de poissons ont pu être prélevés : carpe dans l'étang Vieux et brochet dans l'etang Neuf. Des traces de césium 137 y sont détectés ainsi que du carbone 14 à un niveau (3 300 à 4 700 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.

Activités en Bq/kg frais										
Radionucléides	Brochet Etang Neuf de Saclay					Carpe Etang Vieux de Saclay				
	21-sept					31-juil				
Potassium 40		150	±	28	%		140	±	27	%
Tritium	<	2,9					4,5	±	67	%
Cobalt 60	<	0,19				<	0,17			
Strontium 90	<	0,030				<	0,025			
Césium 137		0,31	±	66	%		0,34	±	45	%
Tritium lié	<	10				<	10			
Carbone 14 lié		270	±	11	%		500	±	11	%

LA FLORE AQUATIQUE DES ÉTANGS

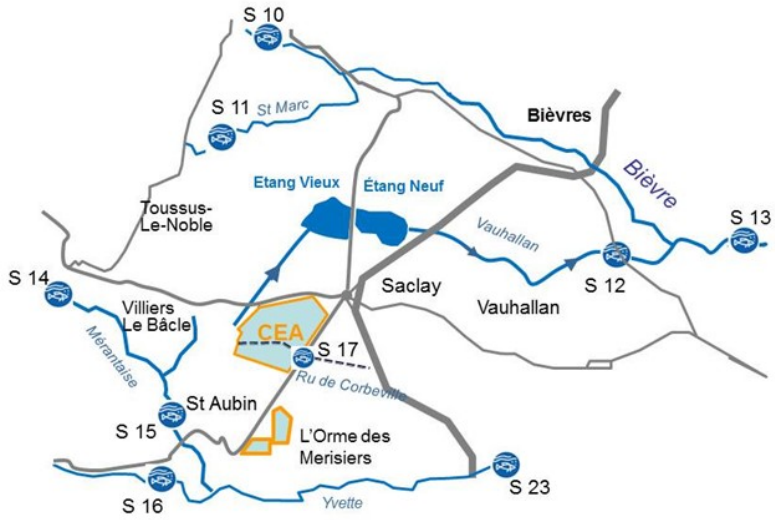
Des prélèvements de roseaux, tant dans l'étang Vieux que dans l'étang Neuf, ont été analysés. Outre le potassium 40 naturel, il a été relevé des traces de strontium 90 et de carbone 14 dans les roseaux des deux étangs, en accord avec les radionucléides décelés dans les eaux et les sédiments des deux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

Activités en Bq/kg frais										
Radionucléides	Roseaux Etang Vieux					Roseaux Etang Neuf				
	04-juil					04-juil				
Potassium 40		140	±	27	%		200	±	27	%
Tritium	<	2,4					3,7	±	62	%
Cobalt 60	<	0,36				<	0,2			
Strontium 90		0,29	±	22	%		0,35	±	25	%
Césium 137	<	0,070				<	0,13	±		%
Tritium lié	<	12				<	18			
Carbone 14 lié		370	±	40	%		300	±	44	%

LES EAUX DE SURFACE (RIVIERES, RUS ET RIGOLES)

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

Points de prélèvement d'eau de surface



Tritium mensuel dans S10, S11, S12, S13 et S23 en Bq/l										
Dates	**S10**		**S11**		**S12**		**S13**		**S23**	
janvier	<	3,4	<	3,5	<	4,0	<	5,4	<	3,6
février	<	3,6	<	3,6	<	3,9	<	3,6	<	3,6
mars	<	2,8	<	2,8		5,3	<	2,8	<	2,8
avril	<	3,5	<	3,2	<	4,0	<	3,4	<	3,4
mai	<	3,0	<	3,0	<	3,0	<	3,1	<	3,8
juin	<	3,1	<	4,1	<	3,1	<	3,1	<	3,1
juillet	<	3,3	<	3,9	<	3,1	<	3,0	<	3,1
août	<	3,4	<	3,4	<	3,3	<	3,0	<	3,1
septembre	<	3,2	<	3,2		4,2	<	3,8	<	3,6
octobre	<	3,4	<	3,4	<	3,3	<	3,6	<	3,2
novembre	<	3,1	<	3,0	<	3,0	<	3,0	<	3,1
décembre	<	3,6	<	3,5	<	3,4	<	3,4	<	3,1
moyenne	***<***	***3,3***	***<***	***3,4***		***3,6***	***<***	***3,4***	***<***	***3,3***

Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, les eaux du réseau hydrographique présentent une concentration en tritium inférieure à 4 Bq/l, sauf au point S12 situé juste en aval de l'étang Neuf avec des concentrations de l'ordre de 4 à6 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 apparaitre de valeurs significatives sauf une mesure de Strontium 90 au point S17 (rigole de Corbeville en amont du CEA Saclay) proche du seuil de décision.

Analyses radiologiques annuelles en Bq/l									
date	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S23
	13-nov.	5-déc.	6-août	13-nov.	11-oct.	15-oct.	18-sept.	18-sept.	13-sept.
Césium 137	< 0,00083	< 0,00090	< 0,00060	< 0,00075	< 0,0008	< 0,00080	< 0,00073	< 0,00089	< 0,00077
Strontium 90	< 0,00077	0,0011	< 0,00096	0,0011	< 0,0014	< 0,0011	< 0,00084	0,0039	< 0,00087

Une mesure ponctuelle annuelle, par temps sec, de juin à septembre, de l'eau du ru de Vauhallan (S12) est également requise par l'arrêté préfectoral avec recherche de différents paramètres physico - chimiques. Les résultats de ce prélèvement réalisé le 6 août 2018, sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Ils ne mettent en évidence aucune anomalie particulière.

Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan (S12 - ponctuel annuel du 06 août 2018)						
Paramètres	Unité	S12				
Température	°C		19			
pH	-		8,1			
Turbidité	mg Pt	<	4,0			
Oxygène dissous	mg/l		7,2			
MES	mg/l		5,7	±	19	%
DCO	mg/l	<	6,0			
DBO5	mg/l	<	3,0			
Azote Kjeldal (N)	mg/l	<	1,0			
Ammonium (NH_4^+)	mg/l		0,070	±	35	%
Nitrites (NO_2^-)	mg/l		0,12	±	20	%
Nitrates (NO_3^-)	mg/l		40	±	14	%
Phosphates (PO_4^{3-})	mg/l	<	0,20			
Phosphore total	mg/l	<	0,10			
Cyanures	µg/l	<	10			
Indice phénols	µg/l	<	10			
Hydrocarbures	mg/l	<	0,10			

Analyses chimiques des eaux du ru de Vauhallan (S12 - ponctuel annuel du 06 août 2018)						
Paramètres	Unité	S12				
Aluminium	µg/l	<	10			
Arsenic	µg/l		0,67	±	9	%
Bore	µg/l		29	±	11	%
Béryllium	µg/l	<	0,10			
Cadmium	µg/l	<	0,10			
Cuivre	µg/l	<	1,0			
Chrome	µg/l	<	1,0			
Fer	µg/l		21	±	13	%
Mercure	µg/l	<	0,050			
Manganèse	µg/l		16	±	9	%
Nickel	µg/l	<	1,0			
Plomb	µg/l	<	0,50			
Etain	µg/l	<	1,0			
Uranium	µg/l		0,70	±	9	%
Zinc	µg/l	<	5,0			

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

En 2018, aucun point n' a été prélevé. Le point S13 est prévu en 2019.

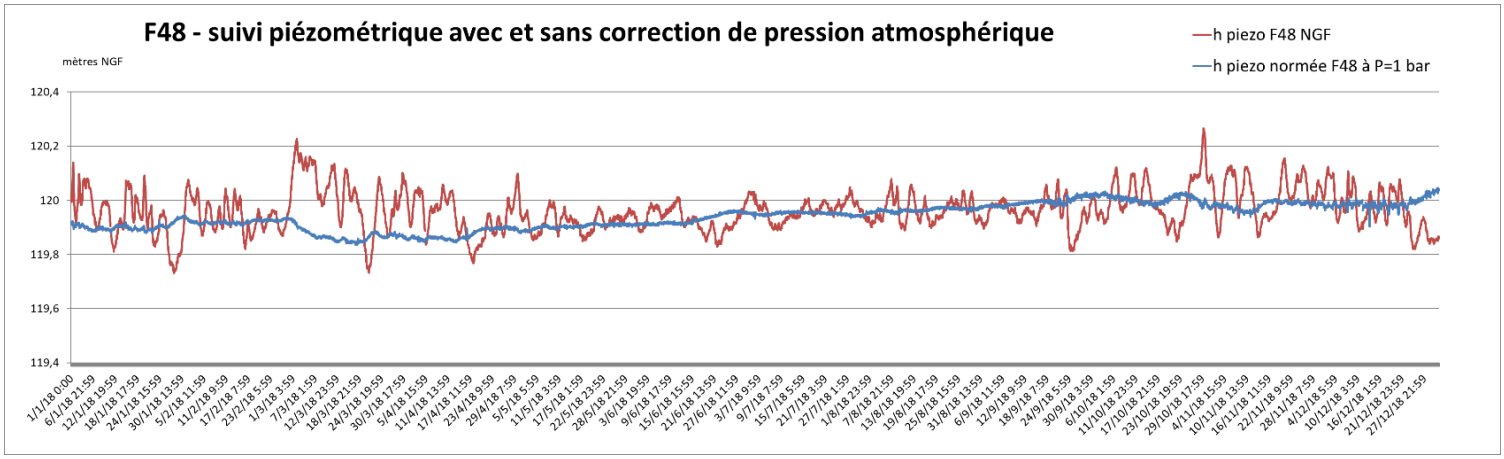
LES EAUX SOUTERRAINES

Sur le plan hydrogéologique, le plateau de Saclay est un système aquifère constitué de deux niveaux superposés :

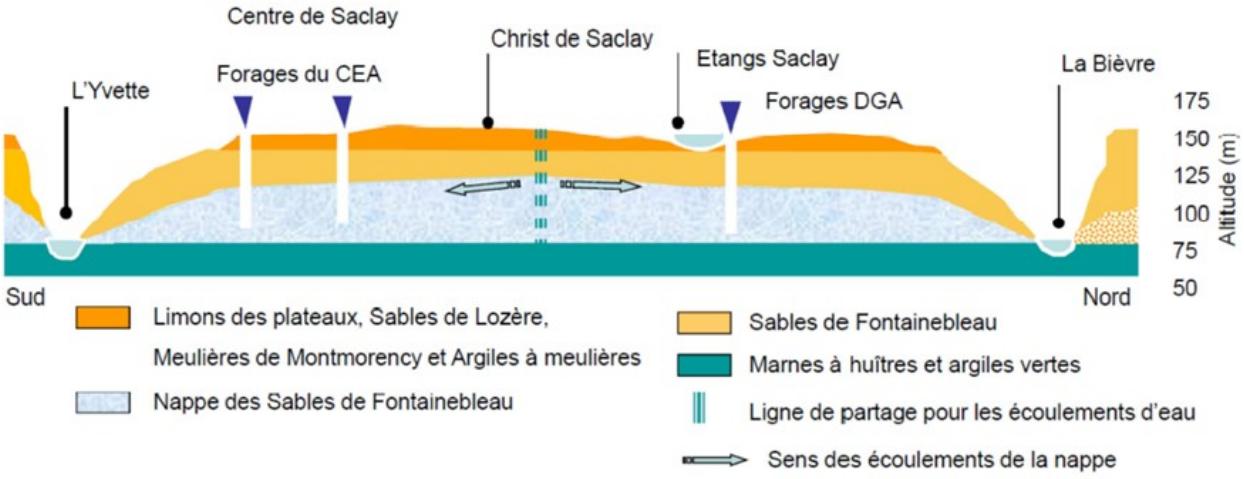
- le niveau supérieur, formé de lentilles indépendantes directement alimentées par les eaux de pluie, ne constitue pas un réservoir exploitable pour des besoins industriels ou de consommation d'eau ;
- la nappe des sables de Fontainebleau constitue, bien qu'étant peu productive, le principal réservoir d'eau de bonne qualité du plateau.

Le niveau piézométrique de la nappe est très stable ; il se situe à environ 40 m de profondeur au niveau du CEA Saclay. Il n'existe aucun captage pour l'alimentation en eau potable des communes du plateau et les rares forages d'eau industrielle ou d'arrosage ont un débit d'exploitation inférieur à 30 m^3/h. À titre d'exemple, les fluctuations du niveau de la nappe des sables au point F48 sont enregistrées au pas de temps horaire dans le cadre du suivi des nappes d'Ile-de-France réalisé par le BRGM. Ce suivi en continu permet d'apprécier un phénomène particulier : l'effet pressio-barométrique. Les niveaux sus-jacents aux sables de Fontainebleau (environ 15 m d'argiles à meulières) sont suffisamment imperméables pour isoler la nappe des sables et la rendre peu sensible aux variations de pression atmosphérique, sauf dans les forages qui jouent le rôle de baromètre. Sur le graphique ci-dessous sont présentées les données brutes de hauteur de la nappe (en m NGF) qui varient en fonction de la pression atmosphérique extérieure et le niveau corrigé de ces variations de pression. On met ainsi en évidence la relative stabilité du niveau de cette nappe (courbe en bleu).

Suivi du niveau de la nappe des sables de Fontainebleau au point F48 en 2018 (en mètres NGF)



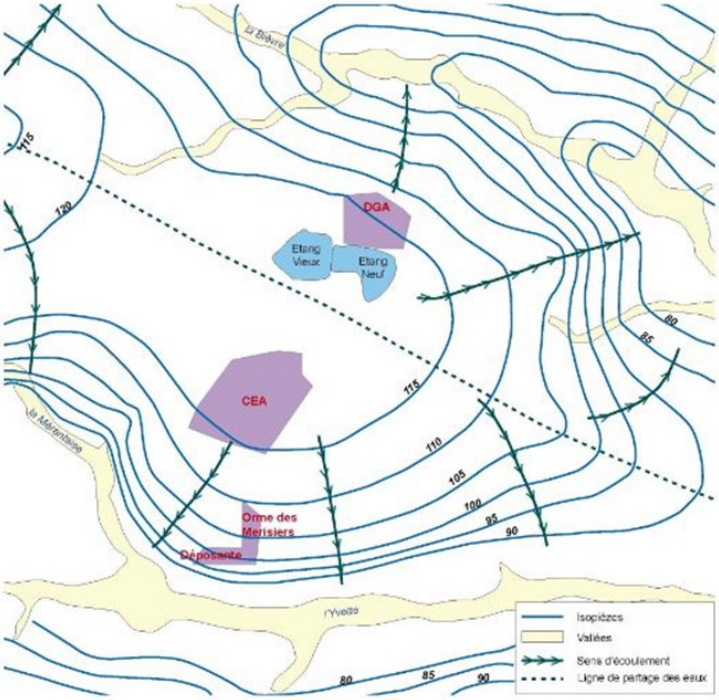
L'écoulement principal de la nappe au droit du centre est dirigé nord-est/sud-ouest. La ligne de partage des eaux souterraines, qui passe au nord du CEA Saclay, et qui est indiquée en pointillés sur les deux figures ci-après correspond à l'endroit au niveau duquel l'écoulement de l'eau de la nappe change de direction : au sud de cette ligne, les eaux se dirigent vers les vallées de l'Yvette et de la Mérantaise, au nord, elles se dirigent vers la vallée de la Bièvre.



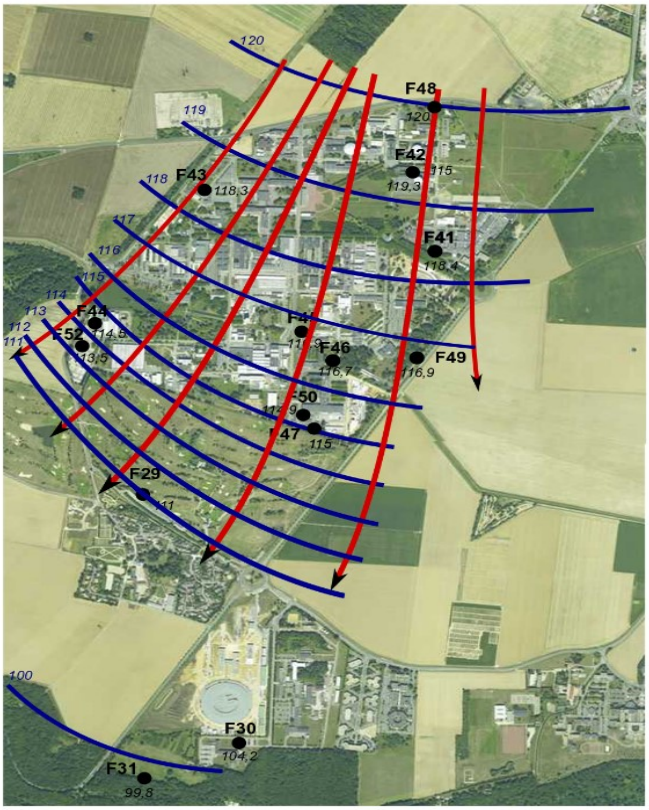
L'alimentation de la nappe des sables de Fontainebleau se fait soit de manière directe par infiltration de la pluie dans les zones d'affleurement des sables en bordure de plateau principalement, soit de manière indirecte par infiltration des eaux superficielles à travers l'argile à meulière avec un temps de retard d'au moins 1 an (d'après l'étude demandée par la CLI au BRGM en 1999). Le temps de transfert d'une molécule d'eau, entre le site du CEA Saclay et une source située dans la vallée de la Mérantaise à 2 km, est évalué à plusieurs dizaine d'années.

Des prélèvements d'eau sont effectués dans la nappe des sables à différentes fréquences et en plusieurs points non seulement sur le plateau grâce à des forages profonds mais également au niveau des sources de résurgence dans les vallées de la Bièvre et de l'Yvette.

Localisation de la ligne de partage des eaux souterraines et des directions d'écoulement de la nappe

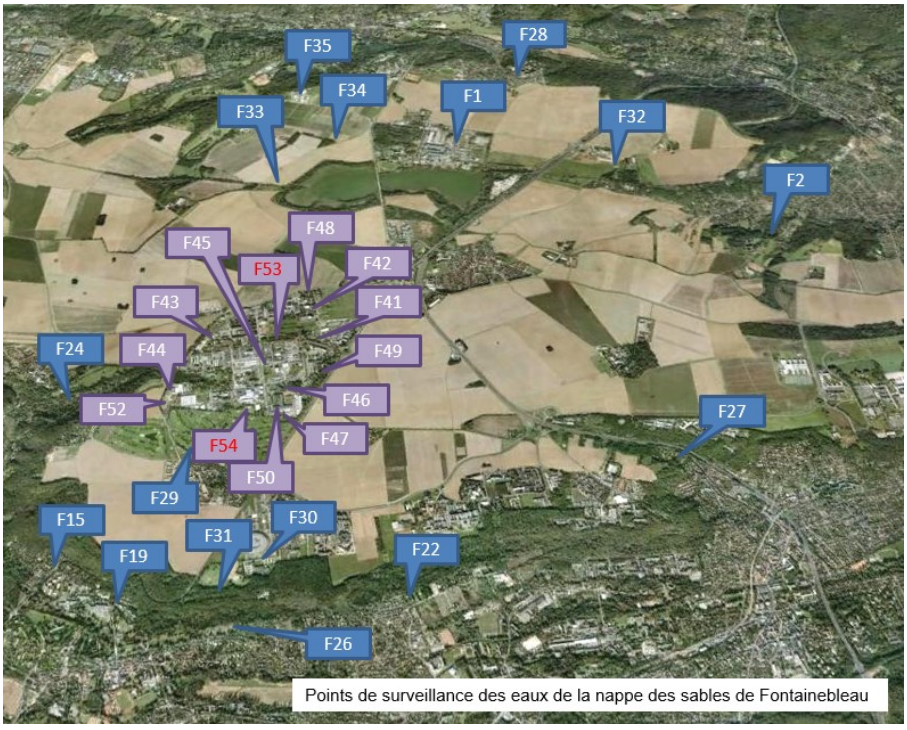


Courbes de niveau 2018 du toit de la nappe des sables de Fontainebleau au droit du centre CEA Saclay (en bleu) et lignes d'écoulement (en rouge)



LA RADIOACTIVITÉ DES EAUX SOUTERRAINES AU DROIT DU CENTRE

Les 11 piézomètres au droit du centre faisant l'objet d'un suivi mensuel réglementaire sont localisés sur la photographie aérienne ci-contre (F41 à F52). Les nouveaux piézomètres F53 et F54 forés en décembre 2018 seront exploités à partir de début 2019.



Points de surveillance des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau

Indice de radioactivité α global

Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, l'indice alpha global est le plus souvent inférieur ou proche du seuil de décision de l'ordre de 0,04 Bq/l. Les valeurs maximales, de l'ordre de 0,15 Bq/l pour quelques points, s'expliquent par la présence d'uranium naturellement présent dans les eaux.

Indice de radioactivité β 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 CEA Saclay

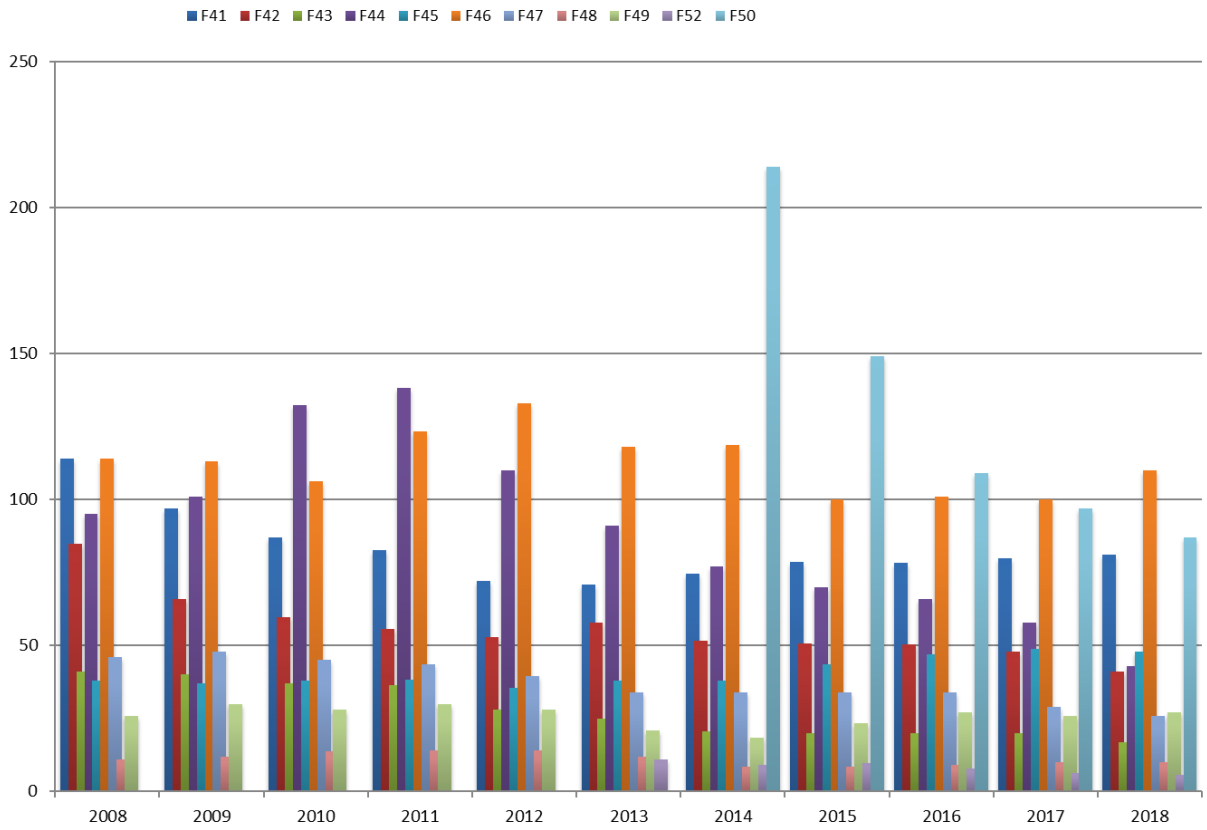
Le tritium détecté provient essentiellement de rejets anciens par le centre de Saclay, les teneurs moyennes et maximales en tritium des eaux de la nappe des sables au droit du CEA Saclay sont présentées dans le tableau ci-après. Les 11 piézomètres implantés sur le site présentent des activités volumiques moyennes actuellement comprises entre 6 et 110 Bq/l, avec une valeur maximale de 150 Bq/l mesurée ponctuellement sur les eaux du forage F46.

Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du CEA Saclay en 2018

N° Forage	Activité moyenne	Activité maximale
F41	81	93
F42	41	51
F43	17	21
F44	43	85
F45	48	64
F46	110	150
F47	26	31
F48	10	15
F49	27	37
F50	87	120
F52	5,7	9,6

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.

Évolution de l'activité en tritium des eaux de la nappe au droit du CEA Saclay en Bq/l



Le carbone 14

Depuis la fin des années 1990, malgré l'arrivée sur le marché d'appareils de spectrométrie par scintillation liquide de plus en plus performants, aucune mesure en ^{14}C n'est détectée (< 0,6 Bq/l) dans les eaux de la nappe des sables de Fontainebleau hormis pour le forage F44. Le nouveau protocole d'analyse du carbone 14 à très bas niveau mis en œuvre depuis 2011 sur les eaux des forages du centre (F41 à F52) a permis de mesurer avec précision l'activité de l'eau du forage F44 qui varie de 1,0 à 1,5 Bq/l.

Les autres émetteurs α et β-γ artificiels

Aucune trace de ^{60}Co, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{238}Pu, $^{239+240}Pu$, ^{241}Am (lorsque ces radionucléides ont fait l'objet d'une recherche particulière) n'a jamais été détectée dans les eaux souterraines. À titre illustratif, les limites de détection obtenues pour le césium 137 sont de l'ordre de 0,0005 à 0,0009 Bq/l.

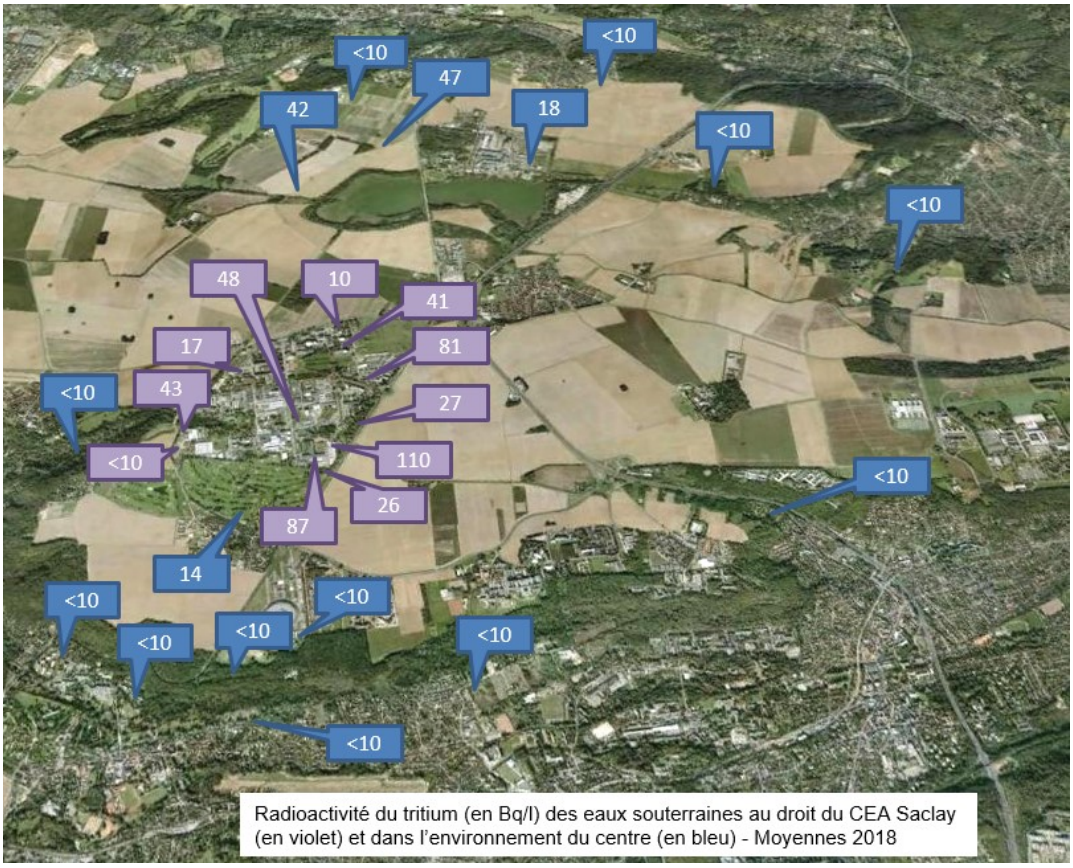
La radioactivité des eaux souterraines dans l'environnement du centre

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 trois zones :

- au niveau du forage du golf de Saint-Aubin (environ 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 et à l'ouest des étangs de Saclay (autour de 50 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,
- au niveau de la vallée de l'Yvette au forage F26 (environ 10 Bq/l) dont la présence de traces de tritium provient vraisemblablement de l'infiltration ancienne de l'eau des boues des stations industrielles entreposées sur le site de l'Orme des Merisiers jusqu'en 1995.

Le tableau et la figure ci-après récapitulent d'une part la description des points de surveillance et d'autre part l'ensemble des résultats en tritium relevés au cours de l'année 2018 aussi bien au niveau du site CEA Saclay que dans son environnement.

Désignation	Localisation	Type	Profondeur de l'eau par rapport au sol	Usage
F1	DGA/Essais propulseurs	forages	environ 40 mètres	tout sauf eau potable
F2	lavoir public	émergence	sol	aucun mais accessible public
F15	CNRS	émergence → rivière	sol	aucun
F19	CNRS	puits émergence	environ 1 mètre	aucun
F22	particulier	puits émergence	environ 5 mètres	arrosage et alimentation basse cour
F24	particulier	émergence → rivière	sol	aucun connu
F26	fontaine	émergence	sol	aucun mais accessible public
F27	particulier	puits émergence	environ 5 mètres	arrosage jardin
F28	terrain communal	forage	environ 40 mètres	surveillance
F29	golf St Aubin	forage → mare	environ 40 mètres	arrosage
F30	CEA Saclay	forage	eniron 40 mètres	surveillance
F31	CEA Saclay	forage	environ 40 mètres	surveillance
F32	pépinières Allavoine	forage → mare	environ 40 mètres	arrosage
F33	ferme de Viltain - Ouest Etang Vieux	forage	env. -40m	arrosage
F34	ferme de Viltain - Nord Etang Vieux	forage	env. -40m	arrosage
F35	ferme de Viltain	forage	env. -40m	arrosage



Radioactivité du tritium (en Bq/l) des eaux souterraines au droit du CEA Saclay (en violet) et dans l'environnement du centre (en bleu) - Moyennes 2018



LE SUIVI DES PARAMETRES CHIMIQUES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

De nombreuses analyses chimiques sont entreprises selon les prescriptions de l'arrêté préfectoral, avec des paramètres recherchés et des fréquences variables selon la localisation des prélèvements. Les tableaux ci-dessous récapitulent l'ensemble de ces résultats.

Paramètres	unité	F1								F15								F19							
Dates	-	02/05/2018				07/11/2018				12/04/2018				13/11/2018				12/06/2018				08/10/2018			
pH	-	8,0				8,0				7,2				7,4				7,3				7,3			
Conductivité	µS/cm	908				535				839				710				970				737			
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,020	±	24	%	< 0,010				nm				nm				nm				nm			
Nitrates NO_3^-	mg/l	14	±	10	%	13	±	10	%	nm				nm				nm				nm			
Bromures	mg/l	< 0,094				< 0,094				nm				nm				nm				nm			
Chlorures	mg/l	38	±	9	%	39	±	9	%	nm				nm				nm				nm			
Fluorures	mg/l	0,13	±	18	%	0,14	±	17	%	nm				nm				nm				nm			
Sulfates	mg/l	55	±	9	%	59	±	9	%	nm				nm				nm				nm			
Cyanures	µg/l	< 10				< 10				nm				nm				nm				nm			
Indice phénols	µg/l	< 10				< 10				nm				nm				nm				nm			
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10			
Aluminium	µg/l	< 10				< 10				< 10				< 10				< 10				< 10			
Arsenic	µg/l	0,16	±	19	%	0,37	±	16	%	0,43	±	15	%	0,40	±	14	%	1,8	±	23	%	0,38	±	20	%
Bore	µg/l	13	±	19	%	27	±	10	%	28	±	9	%	27	±	10	%	46	±	23	%	12	±	14	%
Cadmium	µg/l	< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10			
Cuivre	µg/l	2,2	±	15	%	< 1,0				< 1,0				< 1,0				9,5	±	22	%	< 1,0			
Chrome	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Fer	µg/l	16	±	19	%	< 5,0				11	±	12	%	< 5,0				57	±	16	%	10	±	16	%
Mercure	µg/l	< 0,050				< 0,050				< 0,050				< 0,050				< 0,050				< 0,050			
Nickel	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				1,7	±	16	%	3,0	±	26	%	< 1,0			
Plomb	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
Zinc	µg/l	< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0			
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				0,60	±	21	%
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				3,7	±	16	%	7,4	±	16	%
Dichlorométhane	µg/l	< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0			
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	< 1,0				1,0	±	18	%	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
1,1-dichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,2-dichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Chlorure de vinyle	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				1,0	±	33	%	< 0,50			
1,1-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Bromochlorométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Dibromométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Bromodichlorométhane	µg/l	4,4	±	26	%	4,3	±	26	%	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Dibromochlorométhane	µg/l	< 1,0				7,9	±	23	%	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,2-dibromoethane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	5,9	±	25	%	5,7	±	25	%	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			

Paramètres	unité	F48		F49		F50		F52	
Dates	-	06/06/2018	11/12/2018	06/03/2018	07/08/2018	14/02/2018	11/07/2018	15/02/2018	11/07/2018
pH	-	7,1	7,3	7,1	6,8	7,0	7,5	7,1	7,5
Conductivité	µS/cm	810	729	725	661	776	769	711	689
Ammonium NH_4^+	mg/l	< 0,010	0,010 ± 35 %	< 0,010	0,060 ± 35 %	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Nitrates NO_3^-	<	27 ± 12 %	26 ± 12 %	14 ± 10 %	14 ± 10 %	23 ± 12 %	24 ± 12 %	24 ± 12 %	25 ± 12 %
Bromures	mg/l	< 0,094	< 0,094	< 0,094	0,10 ± 26	0,13 ± 23 %	0,16 ± 21 %	< 0,094	0,095 ± 26 %
Chlorures	mg/l	26 ± 9 %	24 ± 9 %	26 ± 9 %	26 ± 9 %	27 ± 9 %	28 ± 9 %	20 ± 9 %	19 ± 9 %
Fluorures	mg/l	0,26 ± 12 %	0,25 ± 12 %	0,20 ± 14 %	0,21 ± 13 %	0,21 ± 14 %	0,18 ± 15 %	0,20 ± 14 %	0,17 ± 15 %
Sulfates	mg/l	64 ± 9 %	60 ± 9 %	55 ± 9 %	56 ± 9 %	79 ± 9 %	82 ± 9 %	100 ± 12 %	110 ± 12 %
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,12 ± 27 %
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 19	< 10	< 19	< 10	< 19	< 10
Arsenic	µg/l	0,37 ± 26 %	0,31 ± 16 %	< 1,6	0,41 ± 10 %	< 1,6	0,35 ± 19 %	< 1,6	0,22 ± 20 %
Bore	µg/l	15 ± 34 %	13 ± 11 %	< 30	23 ± 11 %	< 30	14 ± 25 %	< 30	16 ± 24 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,66	< 0,10	< 0,66	< 0,10	< 0,66	< 0,10
Cuivre	µg/l	2,8 ± 15 %	12 ± 25 %	< 1,5	< 1,0	1,6 ± 12 %	< 1,0	1,6 ± 16 %	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,7	< 1,0	< 1,7	< 1,0	< 1,7	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	7,4 ± 14 %	< 16	< 5,0	< 16	< 5,0	< 16	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,031	< 0,050	< 0,031	< 0,050	< 0,031	< 0,050
Nickel	µg/l	24	< 1,0	< 8,3	< 1,0	< 8,3	< 1,0	< 8,3	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,65	< 0,50	< 0,65	< 0,50	< 0,65	< 0,50
Zinc	µg/l	9,7 ± 29 %	< 5,0	5,5 ± 14 %	5,2 ± 9 %	< 3,0	< 5,0	5,5 ± 14 %	< 5,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	< 0,50	0,60 ± 21 %	7,7 ± 21 %	6,4 ± 21 %	1438 ± 21 %	985 ± 21 %	33 ± 21 %	27 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,1 ± 23 %	1,0 ± 23 %	121 ± 23 %	102 ± 23 %	3,9 ± 23 %	2,2 ± 23 %
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50 ± 16 %	51 ± 16 %	1,0 ± 23 %	< 1,0
Dichlorométhane	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	< 1,0	< 1,0	2,4 ± 18 %	2,2 ± 18 %	4,6 ± 18 %	3,4 ± 18 %	2,4 ± 18 %	1,8 ± 18 %
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	2,7 ± 19 %	2,2 ± 19 %	< 0,50	< 0,50
1,1-dichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2-dichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	7,2 ± 19 %	5,2 ± 19 %	< 0,50	< 0,50
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Chlorure de vinyle	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
1,1-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	6,9 ± 17 %	7,6 ± 17 %	< 1,0	< 1,0
Bromochlorométhane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Dibromométhane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Bromodichlorométhane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Dibromochlorométhane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2-dibromoethane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Paramètres	unité	F30								F31								F33							
Dates	-	12/06/2018				08/10/2018				21/03/2018				12/09/2018				13/07/2018				10/09/2018			
pH	-		7,0				6,8				7,1				6,9				7,5				7,4		
Conductivité	µS/cm		763				714				788				835				771				694		
Ammonium NH_4^+	mg/l		nm				nm				nm				nm				nm				nm		
Nitrates NO_3^-	mg/l		25	±	12	%	25	±	12	%	23	±	12	%	23	±	12	%	nm				18	±	9	%
Bromures	mg/l		nm				nm				nm				nm				nm				0,17	±	20	%
Chlorures	mg/l		28	±	9	%	28	±	9	%	nm				nm				nm				nm		
Fluorures	mg/l		nm				nm				nm				nm				nm				nm		
Sulfates	mg/l		62	±	9	%	61	±	9	%	nm				nm				nm				nm		
Cyanures	µg/l		nm				nm				nm				nm				nm				nm		
Indice phénols	µg/l		nm				nm				nm				nm				nm				nm		
Hydrocarbures	mg/l	<	0,10				<	0,10			<	0,10			<	0,10			<	0,10			<	0,10		
Aluminium	µg/l	<	10				<	10			<	19			<	10			<	19			<	10		
Arsenic	µg/l		0,22	±	23	%	0,20	±	25	%	<	1,6				0,30	±	31	%	0,29	±	19	%	0,34	±	28	%
Bore	µg/l		17	±	16	%	14	±	14	%	<	30				35	±	11	%	20	±	25	%	21	±	11	%
Cadmium	µg/l	<	0,10				<	0,10			<	0,66			<	0,10			<	0,10			<	0,10		
Cuivre	µg/l		3,2	±	20	%	<	1,0			<	1,5				1,9	±	21	%	15	±	26	%	1,3	±	17	%
Chrome	µg/l	<	1,0				<	1,0				2,9	±	11	%	4,1	±	28	%	<	1,0			<	1,0		
Fer	µg/l	<	5,0				<	5,0			<	16			<	5,0				12	±	19	%	41		25	%
Mercure	µg/l	<	0,050				<	0,050			<	0,031			<	0,050			<	0,050			<	0,050		
Nickel	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	8,3				1,1	±	28	%	1,5	±	27	%	1,4	±	24	%
Plomb	µg/l	<	0,50				<	0,50			<	0,65			<	0,50			<	0,50			<	0,50		
Zinc	µg/l		8,4	±	23	%	<	5,0			<	3,0			<	5,0				15	±	17	%	8,6	±	24	%
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	<	0,50				<	0,50				1,1	±	21	%	5,0	±	21	%	<	0,50			<	0,50		
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	<	0,50				<	0,50			<	0,50				0,70	±	23	%	<	0,50			<	0,50		
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Dichlorométhane	µg/l	<	5,0				<	5,0			<	5,0			<	5,0			<	5,0			<	5,0		
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0				1,5	±	18	%	<	1,0			<	1,0		
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	<	0,50				<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50		
1,1-dichloroéthane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
1,2-dichloroéthane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<	0,50				<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50		
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Chlorure de vinyle	µg/l	<	0,50				<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50			<	0,50		
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Bromochlorométhane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Dibromométhane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Bromodichlorométhane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Dibromochlorométhane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
1,2-dibromoethane	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	<	1,0				<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0			<	1,0		

Paramètres	unité	F41								F42								F43							
Dates	-	19/03/2018				11/09/2018				09/04/2018				14/11/2018				17/05/2018				14/11/2018			
pH	-	7,4				7,1				7,2				6,8				7,2				7,0			
Conductivité	µS/cm	989				744				766				701				979				909			
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,020	±	35		0,020	±	35		0,020	±	35		< 0,010				< 0,010				0,070		35	
Nitrates NO_3^-	mg/l	23	±	13	%	22	±	9	%	22	±	9	%	26	±	12	%	31	±	12	%	29	±	12	%
Bromures	mg/l	< 0,094				< 0,094				< 0,094				< 0,094				0,15	±	22	%	0,17	±	20	%
Chlorures	mg/l	36	±	9	%	36	±	9	%	17	±	9	%	17	±	9	%	50	±	9	%	44	±	9	%
Fluorures	mg/l	0,37	±	10	%	0,32	±	11	%	0,24	±	13	%	0,27	±	12	%	0,26	±	12	%	0,27	±	12	%
Sulfates	mg/l	86	±	9	%	80	±	9	%	63	±	9	%	64	±	9	%	140	±	11	%	140	±	11	%
Cyanures	µg/l	< 10				< 10				< 10				< 10				< 10				< 10			
Indice phénols	µg/l	< 10				< 10				< 10				< 10				< 10				< 10			
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10			
Aluminium	µg/l	< 19				< 10				< 10				< 10				< 10				< 10			
Arsenic	µg/l	< 1,6				1,1	±	24	%	0,41	±	24	%	0,42	±	13	%	0,17	±	15	%	0,23	±	18	%
Bore	µg/l	< 30				16	±	11	%	15	±	9	%	13	±	10	%	8,4	±	19	%	16	±	10	%
Cadmium	µg/l	< 0,66				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10				< 0,10			
Cuivre	µg/l	< 1,5				< 1,0				2,6	±	28	%	< 1,0				< 1,0				1,1	±	10	%
Chrome	µg/l	2,5	±	11	%	2,8	±	22	%	4,2	±	26	%	4,2	±	17	%	< 1,0				< 1,0			
Fer	µg/l	< 16				8,1	±	24		8,2	±	25	%	< 5,0				< 5,0				< 5,0			
Mercure	µg/l	< 0,031				< 0,050				< 0,050				< 0,050				< 0,050				< 0,050			
Nickel	µg/l	120	±	17	%	130	±	16	%	21	±	17	%	7,8	±	15	%	< 1,0				< 1,0			
Plomb	µg/l	< 0,65				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
Zinc	µg/l	20	±	14	%	22	±	22	%	43	±	21	%	22	±	13	%	< 5,0				< 5,0			
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	14	±	21	%	19	±	21	%	18	±	21	%	12	±	21	%	13	±	21	%	6,1	±	21	%
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	2,3	±	23	%	2,3	±	23	%	< 0,50				< 0,50				99	±	23	%	106	±	23	%
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				4,4	±	16	%	4,6	±	16	%
Dichlorométhane	µg/l	< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0				< 5,0			
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	1,4	±	18	%	1,7	±	18	%	1,5	±	18	%	1,7	±	18	%	< 1,0				< 1,0			
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50				< 0,50				0,90	±	19	%	1,0	±	19	%	< 0,50				< 0,50			
1,1-dichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,2-dichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Chlorure de vinyle	µg/l	< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50				< 0,50			
1,1-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Bromochlorométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Dibromométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Bromodichlorométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Dibromochlorométhane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
1,2-dibromoethane	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0				< 1,0			

Paramètres	unité	F44								F45								F46								F47							
Dates	-	12/04/2018								15/11/2018								06/06/2018								11/12/2018							
pH	-	7,4								6,6								7,3								7,3							
Conductivité	µS/cm	802								747								745								678							
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,020	±	35	%					0,030	±	35	%					0,030	±	35	%	<	0,010							<	0,010				
Nitrates NO_3^-	<	18	±	9	%					18	±	9	%					20	±	9	%					19	±	9	%				
Bromures	mg/l	0,12	±	24	%					0,15	±	21	%	<	0,094							<	0,094										
Chlorures	mg/l	42	±	9	%					42	±	9	%					17	±	9	%					15	±	10	%				
Fluorures	mg/l	0,14	±	17	%					0,17	±	15	%					0,10	±	20	%					0,13	±	18	%				
Sulfates	mg/l	67	±	9	%					65	±	9	%					71	±	9	%					66	±	9	%				
Cyanures	µg/l	<	10							<	10							<	10							<	10						
Indice phénols	µg/l	<	10							<	10							<	10							<	10						
Hydrocarbures	mg/l	<	0,10							<	0,10							<	0,10							<	0,10						
Aluminium	µg/l	<	10							<	10							<	10							<	10						
Arsenic	µg/l		0,25	±	32	%					0,24	±	32	%		0,30	±	20	%		0,25	±	15	%	<	1,6					0,24	±	19	%
Bore	µg/l		21	±	9	%					nm					11	±	16	%		10	±	11	%	<	30					15	±	25	%
Cadmium	µg/l	<	0,10							<	0,10							<	0,10							<	0,10						
Cuivre	µg/l	<	1,0								8,9	±	11	%		1,4	±	24	%		1,0	±	17	%	<	1,5					1,0			
Chrome	µg/l		8,6	±	18	%	<	1,7							<	1,0				<	1,0				<	1,7				<	1,0			
Fer	µg/l		5,1	±	33	%	<	5,0							<	5,0				<	5,0				<	16					7,9	±	20	%
Mercure	µg/l	<	0,050							<	0,050							<	0,050							<	0,050						
Nickel	µg/l		11	±	16	%					16	±	16	%	<	1,0					1,8	±	13	%	<	8,3					1,0			
Plomb	µg/l	<	0,50							<	0,50							<	0,50							<	0,50						
Zinc	µg/l	<	5,0								16	±	14	%	<	5,0					5,0					5,8	±	15	%	<	5,0			
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l		70	±	21	%					71	±	21	%		10	±	21	%		38	±	21	%		190	±	21	%		195	±	21	%
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l		15	±	23	%					15	±	23	%		8,7	±	23	%		9,9	±	23	%		56	±	23	%		50	±	23	%
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l		9,5	±	16	%					10	±	16	%	<	1,0					1,7	±	16	%		13	±	16	%		17	±	16	%
Dichlorométhane	µg/l	<	5,0							<	5,0							<	5,0							<	5,0						
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l		11	±	18	%					12	±	18	%	<	1,0					1,0					3,7	±	18	%		3,6	±	18	%
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	<	0,50							<	0,50							<	0,50							0,60	±	19	%		0,50	±	19	%
1,1-dichloroéthane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
1,2-dichloroéthane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<	0,50							<	0,50							<	0,50							<	0,50						
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Chlorure de vinyle	µg/l	<	0,50							<	0,50							<	0,50							<	0,50						
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Bromochlorométhane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Dibromométhane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Bromodichlorométhane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Dibromochlorométhane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
1,2-dibromoethane	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	<	1,0							<	1,0							<	1,0							<	1,0						

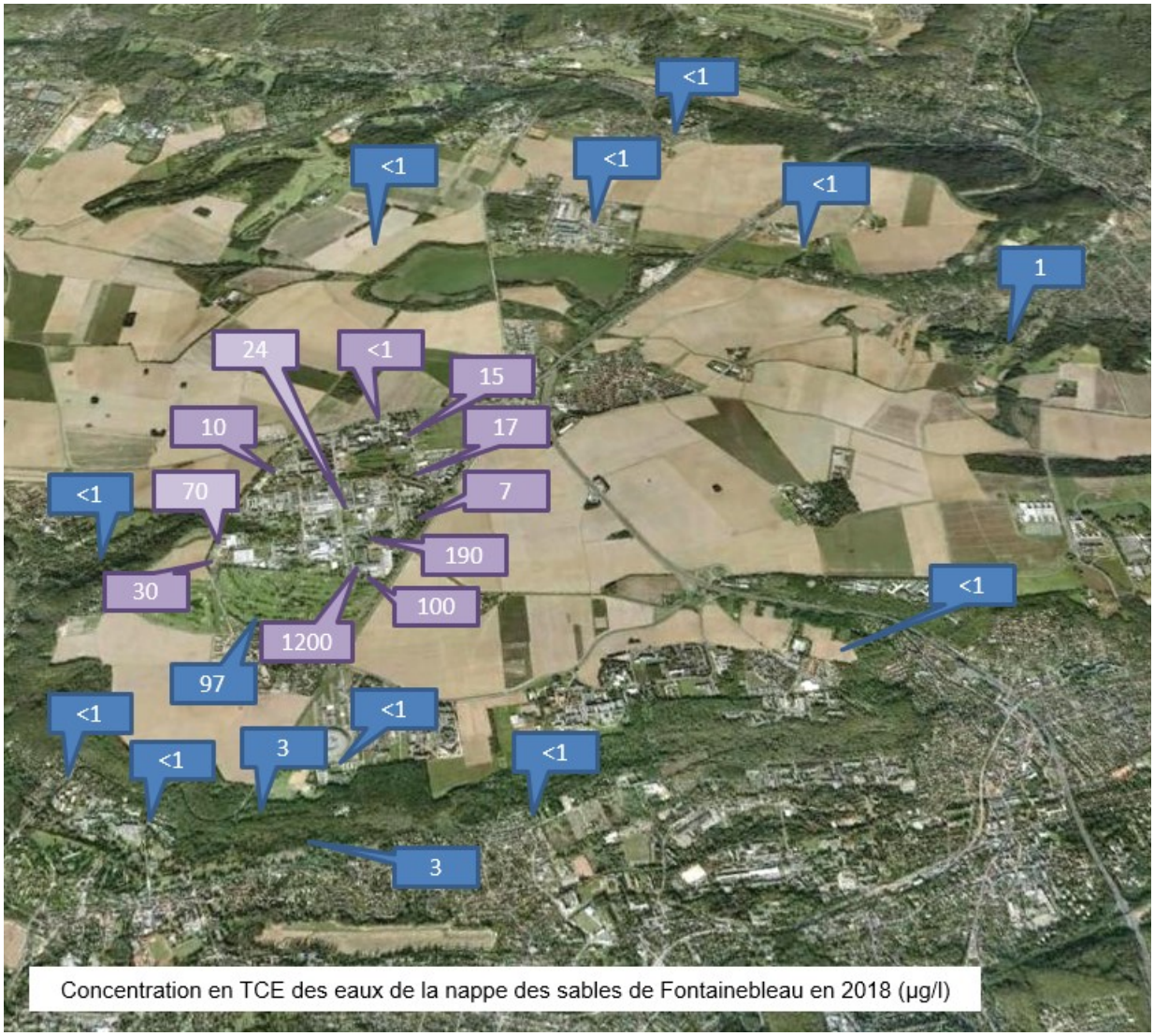
Paramètres	unité	F48												F49												F50												F52											
Dates	-	06/06/2018												11/12/2018												06/03/2018												07/08/2018												14/02/2018												11/07/2018												15/02/2018												11/07/2018											
pH	-		7,1						7,3						7,1						6,8						7,0						7,5						7,1						7,5					
Conductivité	µS/cm		810						729						725						661						776						769						711						689					
Ammonium NH_4^+	mg/l	<	0,010						0,010	±	35	%		<	0,010						0,060	±	35	%	<	0,010					<	0,010					<	0,010					<	0,010					
Nitrates NO_3^-	<		27	±	12	%			26	±	12	%			14	±	10	%			14	±	10	%			23	±	12	%			24	±	12	%			24	±	12	%			25	±	12	%
Bromures	mg/l	<	0,094					<	0,094					<	0,094						0,10	±	26				0,13	±	23	%			0,16	±	21	%	<	0,094						0,095	±	26	%
Chlorures	mg/l		26	±	9	%			24	±	9	%			26	±	9	%			26	±	9	%			27	±	9	%			28	±	9	%			20	±	9	%			19	±	9	%
Fluorures	mg/l		0,26	±	12	%			0,25	±	12	%			0,20	±	14	%			0,21	±	13	%			0,21	±	14	%			0,18	±	15	%			0,20	±	14	%			0,17	±	15	%
Sulfates	mg/l		64	±	9	%			60	±	9	%			55	±	9	%			56	±	9	%			79	±	9	%			82	±	9	%			100	±	12	%			110	±	12	%
Cyanures	µg/l	<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10				
Indice phénols	µg/l	<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10					<	10				
Hydrocarbures	mg/l	<	0,10					<	0,10					<	0,10					<	0,10					<	0,10					<	0,10					<	0,10						0,12	±	27	%
Aluminium	µg/l	<	10					<	10					<	19					<	10					<	19					<	10					<	19					<	10				
Arsenic	µg/l		0,37	±	26	%			0,31	±	16	%		<	1,6						0,41	±	10	%	<	1,6						0,35	±	19	%	<	1,6						0,22	±	20	%
Bore	µg/l		15	±	34	%			13	±	11	%		<	30						23	±	11	%	<	30						14	±	25	%	<	30						16	±	24	%
Cadmium	µg/l	<	0,10					<	0,10					<	0,66					<	0,10					<	0,66					<	0,10					<	0,66					<	0,10				
Cuivre	µg/l		2,8	±	15	%			12	±	25	%		<	1,5					<	1,0						1,6	±	12	%	<	1,0						1,6	±	16	%	<	1,0				
Chrome	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,7					<	1,0					<	1,7					<	1,0					<	1,7					<	1,0				
Fer	µg/l	<	5,0						7,4	±	14	%		<	16					<	5,0					<	16					<	5,0					<	16					<	5,0				
Mercure	µg/l	<	0,050					<	0,050					<	0,031					<	0,050					<	0,031					<	0,050					<	0,031					<	0,050				
Nickel	µg/l		24		17			<	1,0					<	8,3					<	1,0					<	8,3					<	1,0					<	8,3					<	1,0				
Plomb	µg/l	<	0,50					<	0,50					<	0,65					<	0,50					<	0,65					<	0,50					<	0,65					<	0,50				
Zinc	µg/l		9,7	±	29	%	<		5,0						5,5	±	14	%			5,2	±	9	%	<	3,0					<	5,0						5,5	±	14	%	<	5,0				
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	<	0,50						0,60	±	21	%			7,7	±	21	%			6,4	±	21	%		1438	±	21	%			985	±	21	%			33	±	21	%			27	±	21	%
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	<	0,50					<	0,50						1,1	±	23	%			1,0	±	23	%		121	±	23	%			102	±	23	%			3,9	±	23	%			2,2	±	23	%
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0						50	±	16	%			51	±	16	%			1,0	±	23	%	<	1,0				
Dichlorométhane	µg/l	<	5,0					<	5,0					<	5,0					<	5,0					<	5,0					<	5,0					<	5,0					<	5,0				
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	<	1,0					<	1,0						2,4	±	18	%			2,2	±	18	%		4,6	±	18	%			3,4	±	18	%			2,4	±	18	%			1,8	±	18	%
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50						2,7	±	19	%			2,2	±	19	%	<	0,50					<	0,50				
1,1-dichloroéthane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
1,2-dichloroéthane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50						7,2	±	19	%			5,2	±	19	%	<	0,50					<	0,50				
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
Chlorure de vinyle	µg/l	<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50					<	0,50				
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0						6,9	±	17	%			7,6	±	17	%	<	1,0					<	1,0				
Bromochlorométhane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
Dibromométhane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
Bromodichlorométhane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
Dibromochlorométhane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
1,2-dibromoethane	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0					<	1,0				

Analyses chimiques annuelles des eaux souterraines																										
Paramètres	**unité**	**F2**					**F24**					**F27**					**F28**					**F32**				
Dates	-	**11/01/2018**					**09/08/2018**					**15/03/2018**					**15/11/2018**					**09/10/2018**				
pH	-		7,3					7,3					7,1					6,6					7,9			
Conductivité	µS/cm		923					654					905					754					607			
Nitrates NO_3^-	mg/l		45	±	12	%		33	±	12	%		21	±	9	%		nm					23	±	12	%
Bromures	mg/l		nm					0,097	±	26	%		nm					nm					nm			
Chlorures	mg/l		nm					32	±	9	%		nm					nm					nm			
Sulfates	mg/l		nm					68	±	9	%		nm					nm					nm			
Hydrocarbures	mg/l	<	0,10				<	0,10				<	0,10				<	0,10				<	0,10			
Aluminium	µg/l	<	19					23	±	15	%	<	19				<	10				<	10			
Arsenic	µg/l	<	1,6					0,25	±	10	%	<	1,6					0,23	±	14	%		0,19	±	21	%
Bore	µg/l	<	30					15	±	11	%		64	±	16	%		17	±	10	%		11	±	14	%
Cadmium	µg/l	<	0,66				<	0,10				<	0,66				<	0,10				<	0,10			
Cuivre	mg/l		7,5	±	15	%		1,3	±	11	%		2,5	±	16	%	<	1,0				<	1,0			
Chrome	µg/l	<	1,7				<	1,0				<	1,7				<	1,0				<	1,0			
Fer	µg/l	<	16					36	±	13	%	<	16				<	5,0					6,6	±	18	%
Mercure	µg/l	<	0,031				<	0,050				<	0,031				<	0,050				<	0,050			
Nickel	µg/l	<	8,3					1,4	±	11	%	<	8,3				<	1,3	±	17	%	<	1,0			
Plomb	µg/l	<	0,65				<	0,50				<	0,65				<	0,50				<	0,50			
Zinc	µg/l		12	±	13	%	<	5,0					7,9	±	9	%		8,3	±	13	%	<	5,0			
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l		1,1	±	21	%	<	0,50				<	0,50				<	0,50				<	0,50			
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	<	0,50				<	0,50				<	0,50				<	0,50				<	0,50			
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	<	1,0				<	1,0				<	1,0				<	1,0				<	1,0			

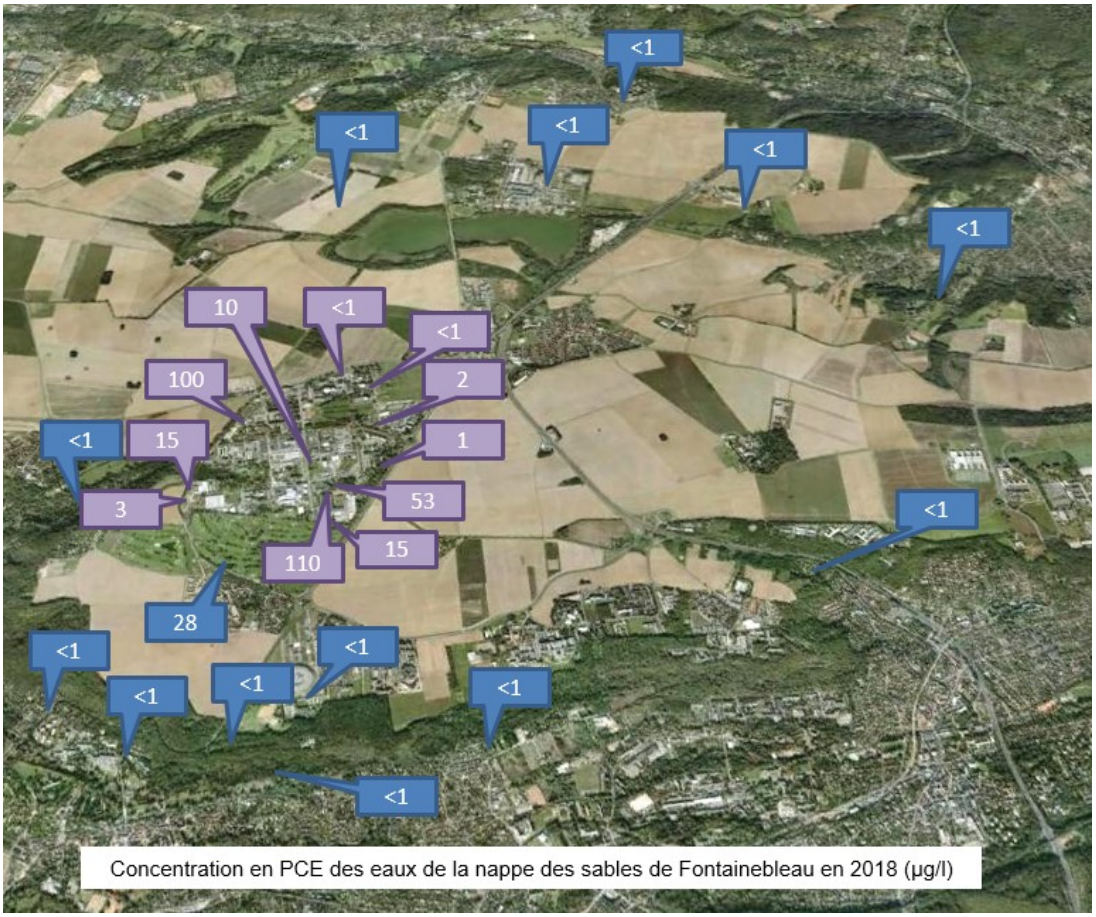
Ces résultats font apparaitre les constats suivants :

- présence de traces de nickel et chrome dans les piézomètres F41, F42 et F44 sans doute liées à des phénomènes de corrosion du matériel de pompage
- teneurs variables en nitrates entre 10 et 50 mg/l dans les piézomètres du plateau de Saclay,
- présence de zinc dans les piézomètres F41 et F42 situés en zone nord du centre ainsi que dans d'autres forages extérieurs au site (F2, F22, F26, F33, F27, F28, …)
- présence hétérogène de solvants chlorés dans la nappe au droit et en aval du centre faisant l'objet d'une surveillance particulière conformément à l'arrêté préfectoral n° 2013-PREF/DRCL/BEPAFI/SSPILL/389 du 9 août 2013 portant imposition de prescriptions complémentaires visant à encadrer les modalités de gestion de la pollution aux solvants chlorés identifiée dans les eaux souterraines au droit du site de Saclay exploité par le CEA (voir chapitre 9).

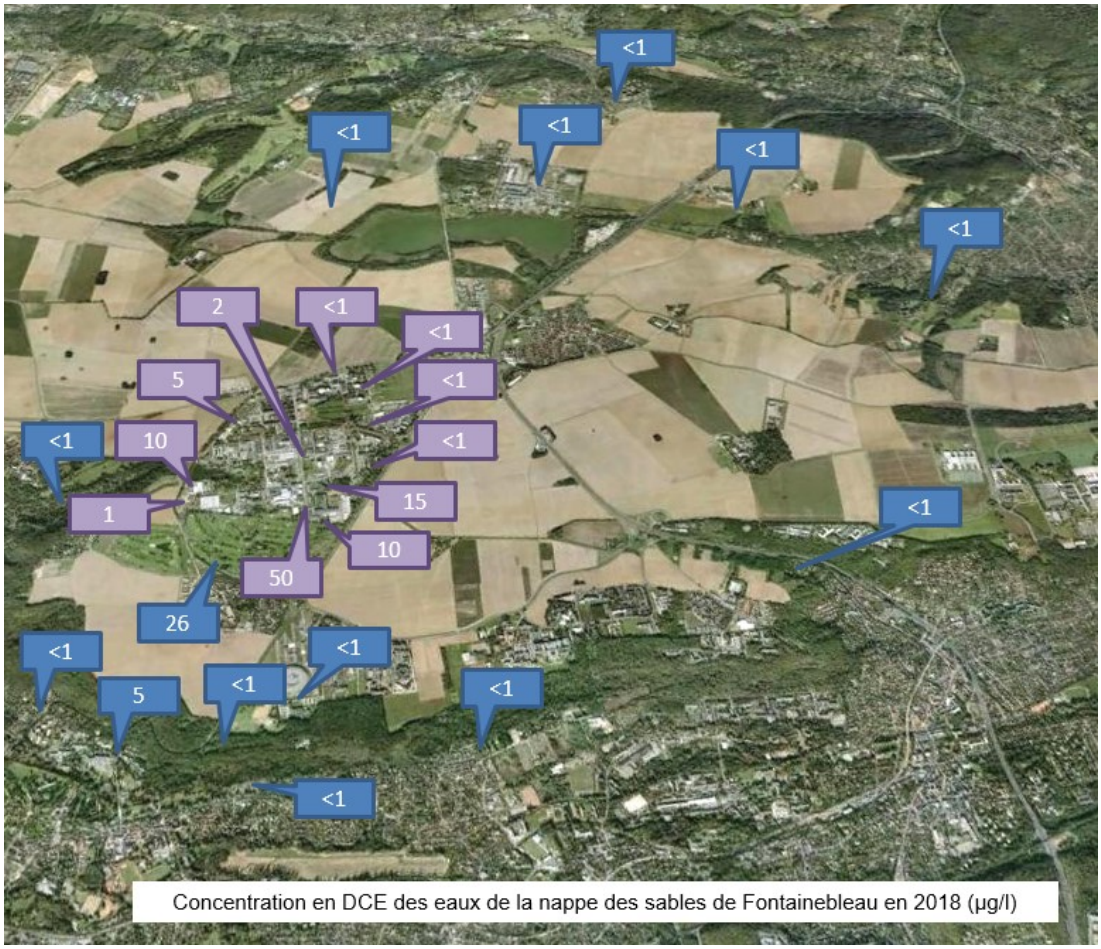
Les trois cartes ci-après présentent les concentrations des trois principaux solvants organiques détectés : trichloréthylène (TCE), tétrachloréthylène (PCE) et dichloroéthylène (DCE). On constate des concentrations pouvant atteindre plusieurs centaines de µg/l, à comparer à la limite de 10 µg/l pour les TCE + PCE recommandée par l'OMS pour l'eau potable.



Concentration en TCE des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau en 2018 (µg/l)



Concentration en PCE des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau en 2018 (µg/l)



Concentration en DCE des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau en 2018 (µg/l)



C215 n° 8

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.

Cette prestation a été réalisée par le laboratoire Aqua Mesure le 17/10/2018 en ce qui concerne les mesures de pH, température et débit en continu. Les analyses radiologiques et physico-chimiques en différé ont été réalisées, par le laboratoire SGS (91), sur les échantillons prélevés le 17/10/2018.

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

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

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

(2) : Les échantillons à analyser en différé ont été constitués à partir d'aliquotes prélevés proportionnellement aux volumes transitant dans les réseaux pendant 24h de 00h à 00h (TU). Les échantillons ont été fractionnés en trois parties nécessaires à la réalisation des analyses par les laboratoires CEA et extérieur, la dernière fraction a été mise en réserve.

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.VII par un laboratoire extérieur agréé.

Cette prestation a été réalisée par le laboratoire SGS (91) sur les échantillons prélevés les 17/10/2018 pour R5 et 12/10/2018 pour R8.

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

Nature des effluents	**Point de contrôle**	**Paramètres physico-chimiques** (3)
		Décision n° 2009-DC-0156 (art. 20.VIII)
Effluents industriels bruts	**R5 amont**	X
Rejets pluviaux / eaux de refroidissement (Ovoïde Nord)	**R8**	X

(3) : Les échantillons à analyser en différé ont été constitués à partir d'aliquotes prélevés proportionnellement aux volumes transitant dans les réseaux pendant 24h de 00h à 00h (TU). Les échantillons ont été fractionnés en trois parties nécessaires à la réalisation des analyses par les laboratoires CEA et extérieur, la dernière fraction a été mise en réserve.

MÉTHODOLOGIE DU CONTROLE

MESURES 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 « Mesure de débit des liquides dans les canaux jaugeurs à col rectangulaire, à col trapézoïdal et à col en U ». Le débitmètre utilisé est un SIGMA 950 permettant l'enregistrement de la hauteur d'eau par un capteur à bulles, placé en amont d'un seuil de type Venturi présent en aval du canal d'amenée des eaux.

MESURES DU PH ET DE LA TEMPERATURE

Sur les points R4 et R7, des sondes de mesure ont été installées au niveau du canal d'amenée des eaux en amont du canal Venturi. Sur le point R3, la sonde a été placée dans le « bac transit » du Tableau de Contrôle de l'Eau dans lequel circulent les effluents de ce point. Le pas de mesure est de 1 minute.

CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS

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

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

RÉSULTATS DES MESURES

MESURES SUR SITE EN CONTINU PENDANT 24 HEURES : R3, R4 ET R7

		R3		R4		R7	
		CEA	*AQUA MESURE*	*CEA*	*AQUA MESURE*	*CEA*	*AQUA MESURE*
Débit	**m^3/h**	-	-	**16,8**	**16,2**	**67,4**	**69,5**
	m^3/j	-	-	**403**	**390**	**1618**	**1667**
pH moyen	**upH**	**6,9-7,0 (6,9)**	**6,9-7,0 (7,0)**	**7,3-7,5 (7,4)**	**7,3-7,6 (7,5)**	**7,6-7,6 (7,6)**	**7,6-7,7 (7,6)**
T° moyenne	**°C**	**19,4-19,6 (19,5)**	**19,4-19,7 (19,5)**	**20,8-21,5 (21,3)**	**20,7-21,4 (21,2)**	**19,7-20,6 (20,2)**	**19,7-20,8 (20,3)**

Les mesures enregistrées en continu par le CEA et la société Aqua Mesure sont parfaitement corrélées.

MESURES EN DIFFÉRÉ (SELON A.P DU 25/09/2009) : R4, R3 ET R7

RÉSULTATS DES MESURES SUR R4 (effluents sanitaires en sortie de STEP)

		R4						
		SGS			*CEA*			*Concentration maximale*
		Résultat		*Incertitude (en%)*	***Résultat***		*Incertitude (en%)*	
Tritium	**Bq/L**	**12**	±	38	**12**	±	37	-
Carbone 14	**Bq/L**							
Activité Alpha globale	**Bq/L**	< **0,050**			< **0,033**			-
Activité Béta globale	**Bq/L**	**0,54**	±	15	**0,65**	±	15	-
MES	**mg/L**	**5,0**	±	47	**3,5**	±	21	*35*
DBO5	**mg/L**	< **3,0**			< **3,0**			*25*
DCO	**mg/L**	**12**	±	18	**8,6**	±	29	*125*
N total	**mg N/L**	**6,7**		*ODG*	**6,8**	±	19	15
P total	**mg P/L**	**1,3**	±	35	**1,2**	±	23	2

(ODG) : Ordre De Grandeur

Les résultats des analyses faites par les laboratoires sur l'échantillon R4 sont très bien corrélés.

RÉSULTATS DES MESURES SUR R3 (eau recyclée) ET R7 (Aqueduc des Mineurs)

		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	11	± 42	8,9	± 44	1000	11	± 43	10	± 40	500
Carbone 14	Bq/L	< 5,0		< 1,6		16	< 5,0		< 1,6		8
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,050		< 0,039		0,1	< 0,040		< 0,039		0,1
Activité Béta globale	Bq/L	0,40	± 15	0,33	± 19	2	0,41	± 15	0,31	± 19	1
MES	mg/L	6,0	± 47	< 2,0		30	3,0	± 47	2,4	± 24	30
DBO5	mg/L	< 3,0		< 3,0		30	< 3,0		< 3,0		20
DCO	mg/L	12	± 18	11	± 26	100	11	± 18	12	± 25	100
Bromures	mg/L	0,69	± 17	0,65	± 9	10	0,66	± 17	0,64	± 9	10
Fluorures	mg/L	0,10	± 35	0,12	± 19	2	0,10	± 21	0,14	± 17	2
Chlorures	mg/L						129	± 28	140	± 11	
Sulfates	mg/L						143	± 23	130	± 11	
Nitrites	mg/L						0,16	± 11	0,16	± 20	0,5
Ammonium	mg/L						0,50	± 32	0,51	± 35	0,5
Nitrates	mg/L						20	± 12	20	± 9	75
N total	mg N/L	6,5	ODG	5,1	± 22	30	5,6	ODG	5,6	± 9	30
P total	mg P/L	0,10	± 35	0,12	± 31	5	0,12	± 35	0,13	± 29	2
Cyanures	µg/L	< 5,0		< 10		100	< 5,0		< 10		50
Indice phénol	µg/L	< 10		< 10		300	< 10		< 10		500
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,050		< 0,10		0,5	< 0,050		< 0,10		0,5
Aluminium	µg/L	29	± 23	37	± 15	400	51	± 23	69	± 16	400
Arsenic	µg/L	0,37	± 11	0,35	± 19	50	0,44	± 11	0,46	± 16	5
Beryllium	µg/L	< 0,020		< 0,10		2	< 0,020		< 0,10		2
Bore	µg/L	60	± 17	58	± 15	120	60	± 17	56	± 15	120
Cadmium	µg/L	0,14	± 30	0,16	± 11	5	0,12	± 30	0,12	± 13	5
Chrome	µg/L	< 0,40		< 1,0		20	< 0,40		< 1,0		5
Cuivre	µg/L	8,8	± 27	8,7	± 16	100	11	± 27	11	± 22	100
Etain	µg/L	< 0,040		< 1,0		100	< 0,040		< 1,0		20
Fer	µg/L	< 10		< 5,0		1000	< 10		7,0	± 20	1000
Manganèse	µg/L	19	± 14	22	± 14	200	13	± 14	15	± 14	200
Mercure	µg/L	0,20	± 33	< 0,050		5	0,21	± 33	< 0,050		5
Nickel	µg/L	1,9	± 24	2,0	± 11	50	2,0	± 24	2,1	± 11	20
Plomb	µg/L	0,79	± 28	0,90	± 16	50	0,79	± 28	0,87	± 15	20
Zinc	µg/L	28	± 30	24	± 12	2000	25	± 30	21	± 13	2000
Tributylétain	µg/L	< 0,050		nm		< seuil détection					
AOX	µg/L	420	± 19	280	± 12	700	420	± 19	240	± 12	700

(ODG) : Ordre De Grandeur

Les résultats des mesures effectuées par les deux laboratoires sont globalement bien corrélés au regard des limites réglementaires. Les résultats sur certaines traces métalliques diffèrent également, notamment en aluminium et mercure. La différence est probablement due à la méthode analytique utilisée avec des préparation d'échantillons différentes.

Une différence est aussi observée sur les AOX comme les années précédentes. Cependant, la méthode permet d'obtenir un ordre de grandeur, les incertitudes sur ces mesures étant très élevées et les résultats sont inférieurs aux limites réglementaires.

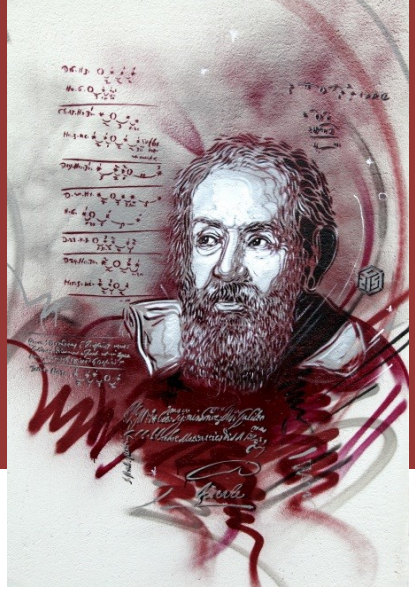
RÉSULTATS DES MESURES SUR R5 (collecteur effluents industriels) ET R8 (Ovoïde Nord)

		R5 amont					R8				
		SGS		CEA		Concentration maximale	SGS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (%)	Résultat	Incertitude (%)		Résultat	Incertitude (%)	Résultat	Incertitude (%)	
MES	mg/L	2,0	± 47	2,4	± 24	50	2,0	± 47	13	± 19	30
DBO5	mg/L	< 3,0		< 3,0		30	9,0	± 28	8,5	± 20	30
DCO	mg/L	14	± 18	15	± 24	100	24	± 18	14	± 24	100
Bromures	mg/L						0,39	± 17	0,39	± 12	10
Fluorures	mg/L	0,20	± 21	0,17	± 16	1	0,20	± 21	0,13	± 18	1
Chlorures	mg/L	125	± 28	130	± 11	200					
Sulfates	mg/L	127	± 23	120	± 12	500					
N total	mg N/L	6,9	ODG	7,2	± 11	30					
Phosphore total	mg P/L	0,43	± 35	0,43	± 19	5	0,15	± 35	0,13	± 25	5
Cyanures	µg/L	< 5,0		< 10		50	< 5,0		< 10		< seuil de détection
Indice phénol	µg/L	< 10		< 10		100					
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,050		< 0,10		2					
Aluminium	µg/L	66	± 23	82	± 15	500	58	± 23	75	± 15	1000
Arsenic	µg/L	0,44	± 11	0,43	± 19	5					
Cadmium	µg/L	< 0,020		0,10	± 12	5					
Chrome	µg/L	< 0,40		< 1,0		10	< 0,40		< 1,0		5,0
Cuivre	µg/L	8,7	± 27	8,0	± 15	100	10	± 27	10	± 16	100
Etain	µg/L	< 0,040		< 1,0		20					
Fer	µg/L	15	± 15	14	± 14	500	< 10		< 5,0		1000
Manganèse	µg/L	12	± 14	13	± 14	200					
Mercure	µg/L	0,22	± 33	< 0,050		5					
Nickel	µg/L	2,2	± 24	2,0	± 12	50	2,3	± 24	2,0	± 11	50
Plomb	µg/L	0,55	± 28	0,63	± 16	100	0,42	± 28	< 0,50		50
Zinc	µg/L	31	± 30	27	± 12	500	22	± 30	13	± 13	2000
Tributylétain	µg/L						< 0,050		< 5,0		< seuil de détection
Chrome VI	µg/L						< 20		< 5,0		< seuil de détection
AOX	µg/L	210	± 19	180	± 12	700	520	± 19	290	± 12	1000

ODG: Ordre De Grandeur

Mesure Eurofins

Les résultats des mesures effectuées par les deux laboratoires sont globalement bien corrélés au regard des limites réglementaires, à l'exception des mesures de mercure sur R5 amont et d'AOX sur R8. Les différences sont probablement dues aux méthodes analytiques ou aux phases de préparation d'échantillons.



C215 n° 9

MAITRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA 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 centre 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 connait un ambitieux programme de développement qui se manifeste par plusieurs réalisations déjà visibles et des projets importants à venir. Le CEA Saclay se doit de veiller à maîtriser l'impact de ces évolutions pour préserver ses intérêts tout en collaborant à la satisfaction de l'intérêt général. Il doit veiller spécialement aux impacts potentiels que pourraient avoir certains projets sur la sûreté ou la sécurité de ses installations.

DÉMARCHE DE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL ET DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

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

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

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

La qualité du système de management environnemental du CEA Paris-Saclay et sa conformité à la norme ISO 14 001 sont vérifiées chaque année par des organismes certificateurs. En 2018, l'audit de suivi a, comme les années antérieures, confirmé la certification du CEA Paris-Saclay pour ses 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 du site et de son environnement, la gestion des situations accidentelles et, bien entendu, le respect des dispositions réglementaires.

PRÉVISIONS ANNUELLES DES REJETS ET DE PRÉLEVEMENT 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 2018 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 2018, il n'y a pas eu d'évolution notable des activités prévisibles des INB du site de Saclay.

CONSOMMATIONS D'EAU

INB	18	35	40	49	50	72	77	101
Prévisions (m^3)	50	300	200 000	1000	800	400	500	160 000
Résultats (m^3)	11	154	257 072	483	304	280	394	93 241

Toutes les prévisions ont été globalement respectées sauf pour l'INB 40 en raison d'un usage prolongé des groupes froids jusqu'en octobre du fait des conditions climatiques.

REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX

INB		18	35	40	49	50	72	101
Gaz rares (GBq)	Prévision	-	-	2 500	-	2 000	50	7 000
	Réalisé	-	-	603	-	2 930	38	2 160
Tritium (GBq)	Prévision	2	100	150	50	10	300	1 200
	Réalisé	0,05	55	60	0,8	3,9	54	1 270
Carbone 14 (GBq)	Prévision	-	20	0,7	-	-	-	3
	Réalisé	-	6,9	0,4	-	-	-	1,7
Iodes (GBq)	Prévision	-	0,00020	0,00070	-	0,00070	0,00050	0,00030
	Réalisé	-	0,00013	0,00046	-	0,00068	0,00050	0,00030
Autres émetteurs β-γ (GBq)	Prévision	0,00020	0,00020	0,0010	0,00020	0,0040	0,00020	0,00010
	Réalisé	0,00001	0,00015	0,00050	0,00008	0,0012	0,00013	0,00009

La conformité aux prévisionnels annuels a été globalement respectée, seuls deux dépassements sont à noter concernant les rejets de tritium à l'INB 101 (106 %) et gaz rares de l'INB 50 (147 %) mais ils restent très largement inférieurs aux autorisations annuelles de rejet (respectivement 25 % et 15 %).

REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES GAZEUX

Sur le site de Saclay, deux INB sont concernées :

- l'INB 35, pour des rejets d'ammoniac (NH_3) lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella ;
- l'INB 77, pour des rejets d'ozone (O_3) lors du fonctionnement des irradiateurs.

INB		35	77
Ammoniac (Kg)	Prévision	20	-
	Réalisé	1,4	
Ozone (Kg)	Prévision	-	35
	Réalisé		32,2

Les rejets effectifs en 2018 sont inférieurs aux prévisions.

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 2018, ces rejets directs ont été comptabilisés à 481 000 m^3 (y compris les rejets d'eaux pluviales de la partie nord du centre) dont 257 000m^3 pour les seules eaux de refroidissement de l'INB 40.

PRINCIPALES OPÉRATIONS DE MAINTENANCE RELATIVES AUX PRÉLEVEMENTS D'EAU ET AUX REJETS

POURSUITE DU PROGRAMME DE RÉNOVATION DES CANALISATIONS DES RÉSEAUX D'EAUX

La poursuite du programme pluriannuel d'entretien et de rénovation des réseaux d'eaux et d'effluents s'est traduite par le remplacement de 1 182 m linéaires en 2018 dont voici le détail :

- Eau recyclée : 737 m
- Eau potable : 445 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.

INB	Consommation 2018(L)	Répartition
INB 18	0	
INB 35	1	Acétone
INB 40	0	
INB 49	32,5	Éthanol (8L) – Propanol (1 L) - Chloroforme (5 L) - Méthanol (9 L) - Kérosène (9 L) – Chloroforme (5 L) - TCE (0,5 L)
INB 50	5	Éthanol (5 L)
INB 72	0	
INB 77	0	
INB 101	0	

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

REJETS GAZEUX NON RADIOACTIFS : ÉMISSIONS DE SUBSTANCES APPAUVRISSANT LA COUCHE D'OZONE ET ÉMISSIONS DE GAZ A 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 CEA Saclay ont poursuivi leur programme d'élimination des HCFC (hydrochloroflurocarbures) pour lesquels, conformément à la réglementation européenne, les appareils en contenant ne peuvent plus être maintenus à compter du 1er janvier 2015.

GAZ A EFFET DE SERRE (GES)

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. Les principales contributions des émissions sont : les émissions indirectes liées aux déplacements professionnels (30 %), les émissions directes des sources de combustion (30 %), les émissions indirectes liées à la production d'électricité (20 %) et les émissions indirectes liées aux déplacements domicile/travail (15 %).

DÉCHETS

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 :

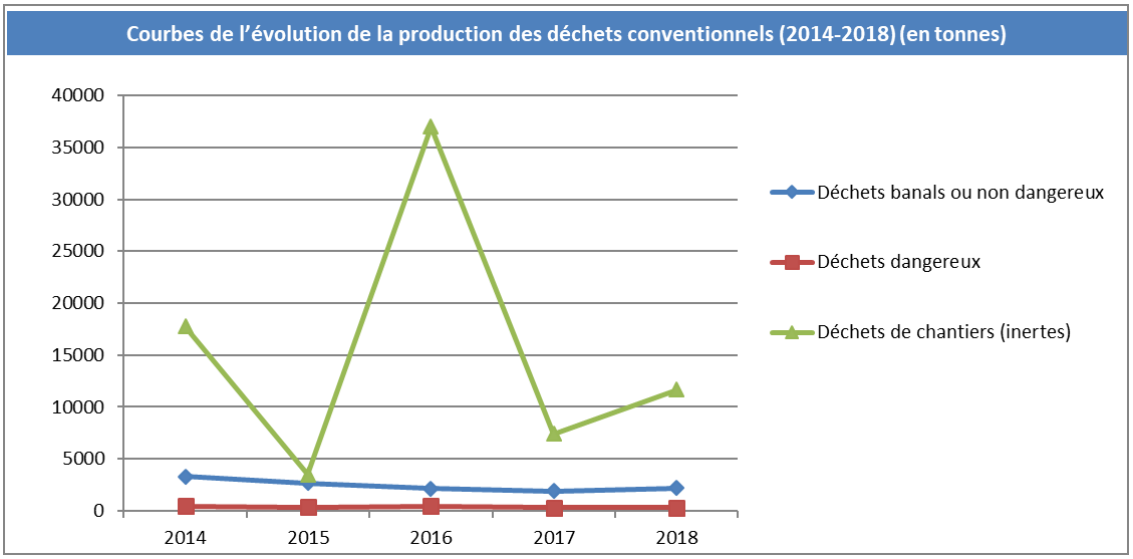
- valorisés matière : recyclage, réemploi,
- valorisés énergétiquement : incinération avec récupération d'énergie ou de chaleur, enfouissement avec récupération du biogaz, méthanisation des déchets alimentaires des restaurants,
- éliminés : incinération sans récupération d'énergie ou enfouissement.

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

Le tableau ci-après présente les taux de valorisation des différentes catégories de déchets conventionnels produits en 2018 au CEA Saclay.

Catégorie de déchets	Quantité (en tonnes)	Valorisation Matière	Valorisation énergétique
Déchets banals ou non dangereux	2 203	58 %	33 %
Déchets dangereux	298	28 %	19 %
Déchets inertes	11 662	98 %	0 %
Total déchets conventionnels	14 163	90 %	5,5 %

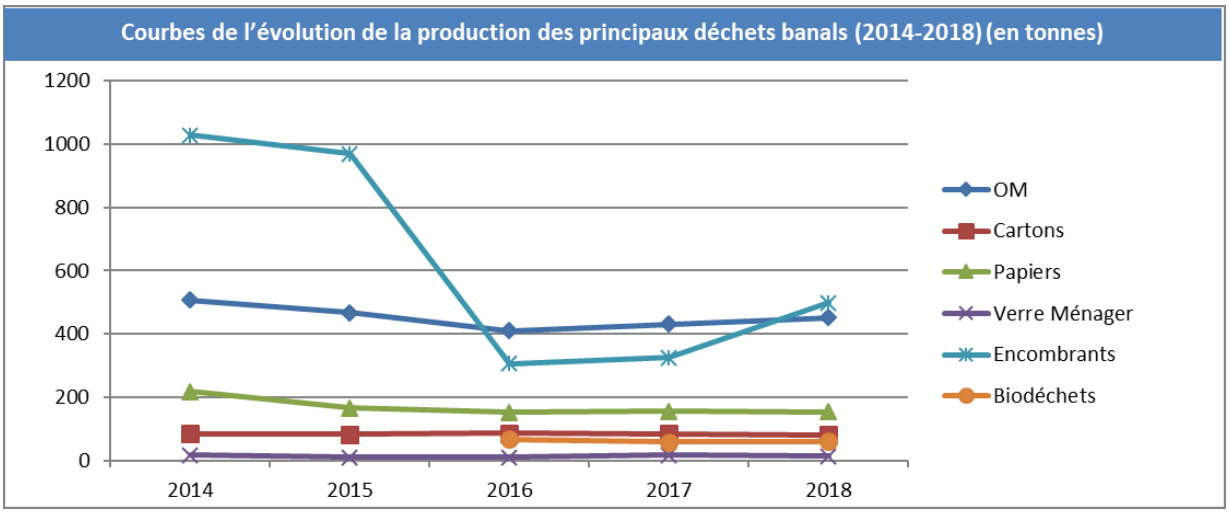
Les courbes suivantes présentent l'évolution sur cinq ans des productions des diverses catégories de déchets.

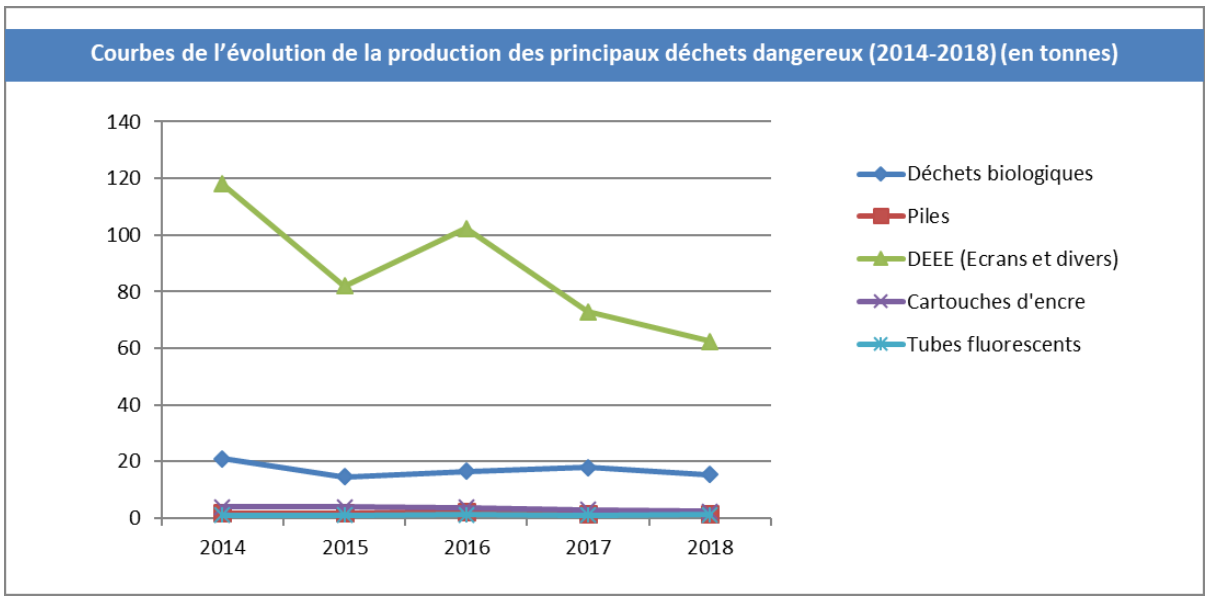


Les variations de production des déchets inertes sont très dépendantes des chantiers. En 2016, la forte augmentation était consécutive aux déchets produits par les chantiers de construction des bâtiments ICE (Orme des Merisiers) et Neurosciences.

Dans ces graphiques figurant l'évolution des productions de déchets banals et dangereux, sont exclus les déchets amiantés ainsi que les métaux liés à des opérations particulières de rénovation ou de démolition de bâtiments.

En 2016, la diminution significative de la production d'ordures ménagères s'explique par la mise en place d'une nouvelle filière de récupération des déchets produits dans les restaurants (bio déchets). Les déchets évacués vers cette nouvelle filière sont alors valorisés par un procédé de méthanisation.





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 en 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 centre, appelée « zonage déchets », a été réalisée afin d'identifier en amont les zones de production des déchets nucléaires et les zones de production des déchets conventionnels. Ce zonage fait l'objet d'une mise à jour régulière.

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.

Pour les déchets solides de très faible activité ou de faible et moyenne activité pour lesquels existent les filières et les centres de stockage définitif de l'ANDRA (CIRES et CSA), 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.

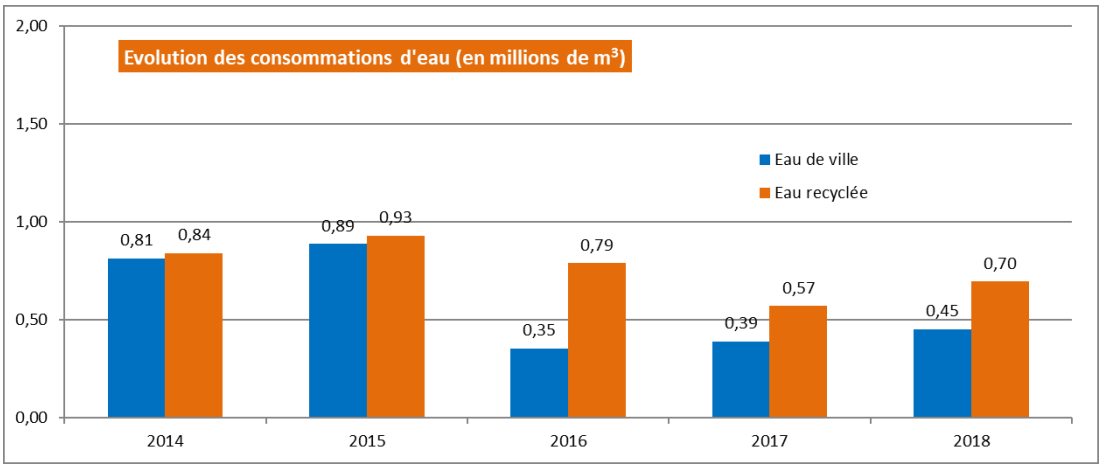
Les déchets solides radioactifs qui ne peuvent pas être acceptés en stockage de surface sont dirigés vers des lieux d'entreposage du CEA dans l'attente de leur stockage futur.

En 2018, le CEA site de Saclay a expédié :

- 720 m^3 de déchets de très faible activité (TFA) au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIRES) de l'ANDRA ;
- 210 m^3 de déchets de faible et moyenne activité (FMA) envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA) de l'ANDRA ; et 10 m^3 de déchets incinérables vers l'installation de traitements de déchets de Centraco (INB 160) à Marcoule.
- 60 m^3 d'effluents liquides radioactifs ont été envoyés à la STEL de Marcoule dont 53 % en provenance d'Orphée (INB 101) et 27 % de l'INB 49 (Labos chauds), installation en cours de démantèlement.

CONSOMMATION D'EAU

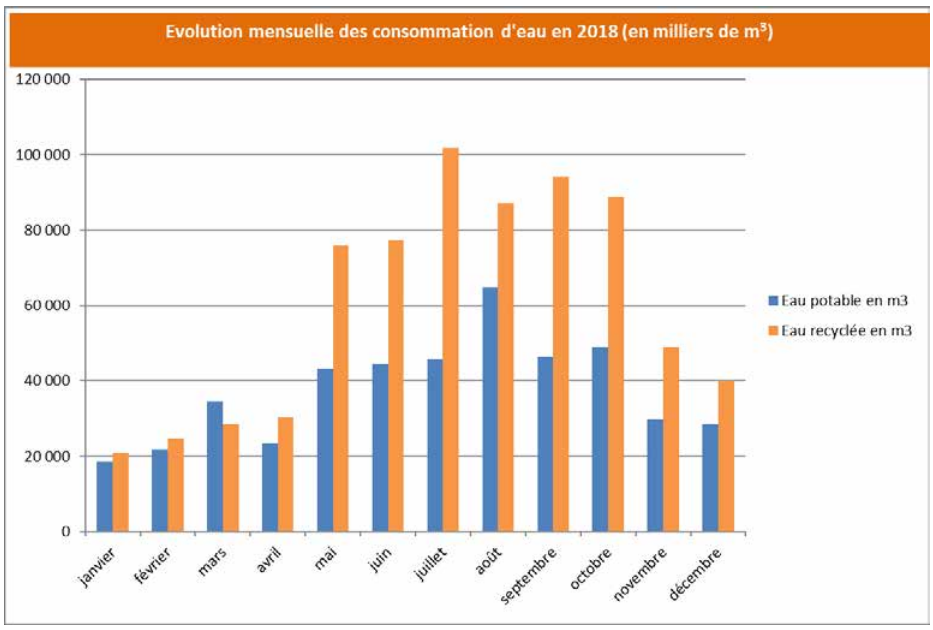
Depuis plusieurs années un effort important a été consacré à la réduction des consommations d'eau. En moins de dix ans, ces consommations ont été réduites de 40 % environ tant pour l'eau de ville que pour l'eau recyclée. Ces réductions ont été rendues possibles grâce notamment à une politique volontariste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



Les plus gros postes consommateurs d'eau en 2018 sont les suivants (les pourcentages donnés sont calculés par rapport à la consommation totale d'eau potable ou d'eau recyclée du centre) :

- pour l'eau potable, le réacteur Orphée (14 %) essentiellement pour l'appoint des circuits de refroidissement du réacteur,
- pour l'eau recyclée, le réacteur Osiris (36 %) et le bâtiment Siège (25 %) pour des besoins de refroidissement et de climatisation.

La figure suivante illustre la variabilité mensuelle des consommations d'eau de ville et d'eau recyclée pour l'ensemble des installations du centre en 2018. Elle est représentative de la variabilité saisonnière des consommations des plus gros consommateurs cités plus haut.



COMPOSÉS ORGANO HALOGÉNÉS VOLATILS – CARACTÉRISATION ET DÉPOLLUTION DES ZONES SUD ET OUEST DU CENTRE

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 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 identifié 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 CEA 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 2 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 avec la mise en place d'investigations complémentaires avec le soutien du BRGM.

MAITRISE DE L'ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT

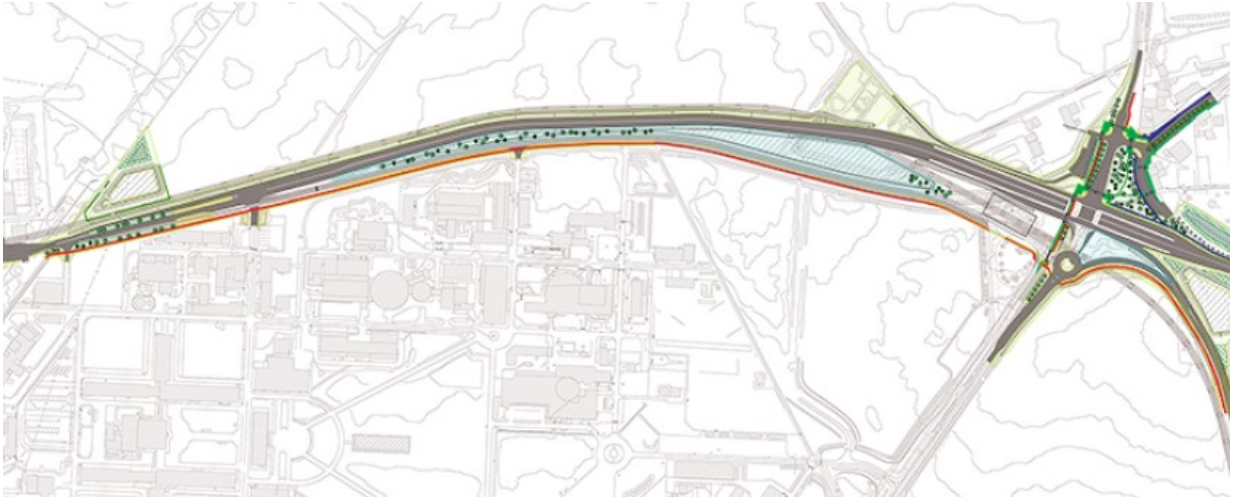
Dans le contexte d'évolution du plateau de Saclay, brièvement rappelé en introduction de ce chapitre, le CEA se mobilise pour faciliter, si nécessaire, la réalisation des programmes d'intérêt public tout en veillant bien entendu à la protection de ses propres intérêts.

Le CEA 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

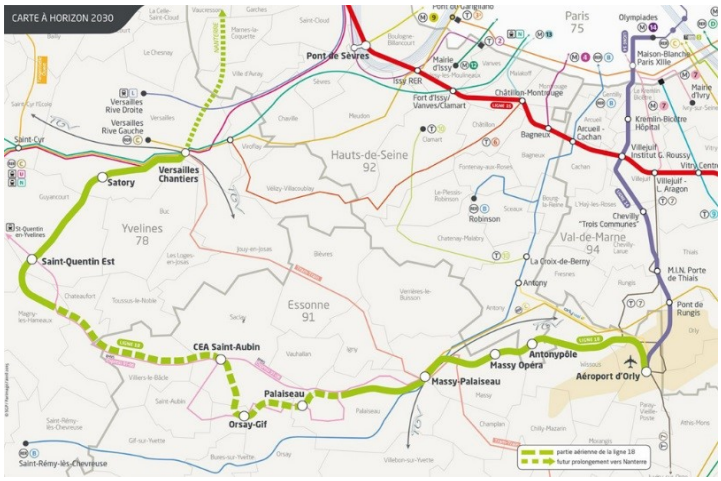
Requalification de la D36 et du Christ de Saclay

Après avoir contribué de façon importante à la réalisation du Transport en Commun en Site Propre (TCSP) mis en service en 2016, le CEA a favorisé dans la mesure du possible les travaux menés par le Conseil Départemental de l'Essonne pour réaménager la D36 et le carrefour de Christ de Saclay. Les actions du CEA ont consisté principalement à céder du terrain au Département, déplacer sa clôture, accepter des servitudes sur son foncier pour le dévoiement des réseaux de concessionnaires, adapter son fonctionnement aux contraintes du chantier. Ces travaux auront duré près de 2 ans y compris les phases de dévoiements, et doivent être achevés début 2020.



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 Saclay est membre fondateur et en assure la vice-présidence, 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), IDFM (Ile de France Mobilité), 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 50 001, et bien-être au travail.

Projet « Dynamique »

Sous l'impulsion du professeur Y. Lévi de l'université Paris-Sud, un programme de recherche pluridisciplinaire d'étude de la biodiversité et de son évolution en relation avec le développement du plateau de Saclay a été initié. Associant l'université Paris-Sud, le CNRS, Agro-Paris-Tech, le CEA Saclay a rejoint ces équipes et signé une convention de collaboration.

Initié en 2016, le projet « Dynamique » s'est poursuivi par la réalisation de deux autres campagnes de prélèvements dans une dizaine de mares du plateau de Saclay afin d'en étudier leur biodiversité. Ces campagnes multi- partenaires se sont déroulées en juin et octobre 2017. Cette étude a donné lieu à la publication en Février 2018 d'un poster intitulé « Lier anthropisation et présence de polluants sur un territoire : exemple des mares du Plateau de Saclay ».

Hydrologie du plateau

La préservation de l'environnement naturel et patrimonial du plateau de Saclay fait l'objet d'une grande attention de la part des collectivités locales, des associations et des principaux usagers. La gestion de l'eau est de longue date un sujet d'intérêt majeur, qu'il s'agisse d'en protéger la qualité ou d'améliorer la maîtrise des risques d'inondation. Le développement du plateau renforce ces préoccupations.

En tant qu'usager important, le CEA Saclay est partie prenante des études ou programmes visant à améliorer la connaissance de l'hydrologie du plateau de Saclay et corollairement la gestion de ses eaux. Le CEA Paris-Saclay est membre de la Commission Locale de l'Eau (CLE) qui pilote l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) du bassin versant de la Bièvre. Le SAGE de la Bièvre a été approuvé par l'arrêté inter-préfectoral n°2017-1415 du 19 avril 2017.

Le CEA Paris-Saclay prend aussi part aux différentes études menées par les syndicats des eaux et de l'EPAPS (Etablissement Public d'Aménagement Paris-Saclay).



C215 n° 10

ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS ET ACTIONS CORRECTIVES

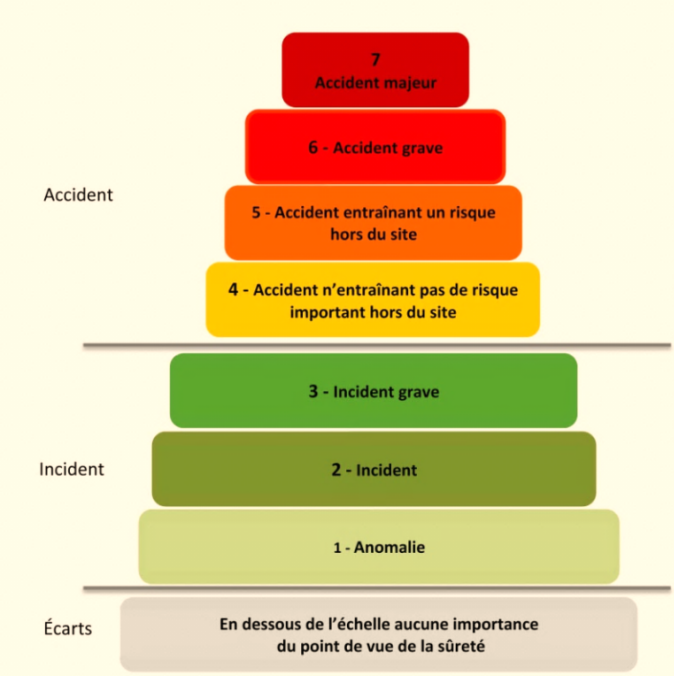
ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DÉCLARÉS À L'ASN DIVISION D'ORLEANS

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

Conformément aux articles 2.6.4 et 2.6.5 de l'arrêté INB du 07/02/2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, chaque événement significatif fait l'objet d'une déclaration rapide puis d'une analyse qui vise à établir les faits, à en comprendre les causes, à examiner ce qui pourrait se passer dans des circonstances différentes, pour finalement décider des meilleures solutions à apporter aux problèmes rencontrés. L'analyse des événements significatifs est un outil essentiel d'évaluation continue et d'amélioration de la sûreté. Elle est formalisée par un compte rendu d'événement significatif (CRES) transmis notamment à l'Autorité de sûreté nucléaire.

Au sein de la Direction de la sûreté et de la sécurité nucléaire (DSSN), les événements significatifs déclarés aux autorités de sûreté font l'objet d'un suivi en continu. Leur analyse permet d'en tirer des enseignements qui, lorsqu'ils sont particulièrement intéressants et transposables aux diverses installations du CEA, sont partagés avec tous les centres, lors des réunions du réseau des préventeurs et par la diffusion de fiches d'information.

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



L'échelle INES (International Nuclear Event Scale) est l'échelle internationale qui classe les événements survenus sur les installations nucléaires, en fonction de leur gravité.

Elle comporte 7 niveaux (de 1 à 7), le plus haut niveau correspondant à la gravité des accidents de Tchernobyl et Fukushima. Utilisée depuis 1991 par une soixantaine de pays, cette échelle est destinée à faciliter la perception par les médias et le public de l'importance des incidents et des accidents nucléaires.

Elle ne constitue pas un outil d'évaluation et ne peut, en aucun cas, servir de base à des comparaisons internationales : en particulier, il n'y a pas de relation univoque entre le nombre d'incidents sans gravité déclarés et la probabilité que survienne un accident grave sur une installation.

Les événements sans importance du point de vue de la sûreté sont classés en dessous de l'échelle INES (niveau 0) et qualifiés d'écarts ; ils sont également déclarés à l'ASN.

Les événements significatifs

En 2018, le centre Paris-Saclay a déclaré à l'ASN vingt et un événements significatifs relatifs aux INB du site de Saclay, dont deux dans le domaine de l'environnement et deux dans le domaine de la radioprotection. Ces événements n'ont pas été classé sur l'échelle INES ou sont resté au niveau zéro de celle-ci, à l'exception de celui déclaré le 30 juillet à l'INB 49.
Cet événement a pour origine des dysfonctionnements du système de détection automatique d'incendie (DAI) et de ses reports d'alarmes.
Seuls les événements de niveau 1 font l'objet d'un communiqué de presse.

Niveau	Date de déclaration	INB	Événements
0	5 janvier	**72** Zone de gestion des déchets solides	Rupture de la jonction d'une gaine d'extraction du sas de chantier de la cellule 11
0	10 janvier	**49** Laboratoires haute activité	Incendie dans le sas entrée/sortie du chantier de la cellule 11

Niveau	Date de déclaration	INB	Événements
0	16 janvier	**72** Zone de gestion des déchets solides	Perte d'intégrité de fûts de déchets radioactifs
0	19 janvier	**49** Laboratoires haute activité	Ecoulement de concentrat dans la rétention de la cellule GUEDU lors de la fabrication d'un fût métallique
0	15 février	**50** Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Absence de fiche d'admission lors de l'acceptation d'un échantillon contenant de l'U02
-	16 mai	**50** Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Perte de l'enregistrement en continu des rejets aux émissaires E2 et E4
0	31 mai	**101** Réacteur de recherche ORPHEE	Chute de 4 barres de commande du réacteur ORPHEE
0	28 juin	**50** Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Sortie d'un échantillon de son mécanisme de transfert lors d'un déchargement en cellule K3
0	6 juillet	**72** Zone de gestion des déchets solides	Perte d'intégrité d'un fût historique de déchets radioactifs FA
1	30 juillet	**49** Laboratoires haute activité	Dysfonctionnements du système de détection automatique d'incendie (DAI) et de ses reports d'alarmes
0	23 août	**72** Zone de gestion des déchets solides	Intervention de reconditionnement de fûts tritiés effectuée sans tenue ventilée
0	29 août	**50** Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Découverte de résidus de combustible irradié dans deux échantillons de gaine de combustible Phénix
0	5 septembre	**77** POSEIDON	Dégagement de fumée au niveau du condensateur d'un moteur de l'unité de production de l'eau osmosée

Niveau	Date de déclaration	INB	Événements
-	5 septembre	**49** Laboratoires haute activité	Dysfonctionnement du barboteur tritium relié à l'émissaire E25 de la cellule 6
0	14 septembre	**50** Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Réception de deux échantillons de matériaux irradiés avec une fiche d'admission incomplète
0	9 novembre	**40** Réacteur de recherche OSIRIS	Exposition externe de 3 opérateurs significativement supérieure à la valeur prévisionnelle lors d'une sortie d'un déchet irradiant en toit de cellule chaude
0	12 novembre	49 Laboratoires haute activité	Non-respect du volume minimal en fuel prescrit par les RGE de la nourrice du groupe électrogène G1
0	12 novembre	**101** Réacteur de recherche ORPHEE	Fermeture incomplète d'une vanne de la troisième barrière de confinement située sur un guide à neutrons du réacteur ORPHEE
0	26 novembre	Site CEA de Saclay	Coupure téléphonique rendant inopérant les appels entrants et sortants du site de Saclay
0	27 novembre	**35** Zone de gestion des effluents liquides radioactifs	Mauvaise catégorisation d'un ballon amortisseur de surpression de la chaudière produisant de la vapeur pour l'atelier STELLA
0	10 décembre	**35** Zone de gestion des effluents liquides radioactifs	Fuite d'eau recyclée dans le local de la tour évaporateur de l'atelier STELLA

ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DÉCLARÉS À LA DRIEE ET/OU À L'ASN-DIVISION DE PARIS

Conformément à l'arrêté préfectoral, les événements susceptibles de porter atteinte aux intérêts visés par le code de l'environnement sont déclarés à l'inspection des installations classées.

De manière semblable, les événements significatifs relatifs à l'exercice des activités nucléaires, au sens du code de la santé publique, sont déclarés à la division de Paris de l'Autorité de sûreté nucléaire dont relèvent un certain nombre d'installations du CEA exploitant des appareils générateurs de rayonnements ionisants ou des sources radioactives.

Parallèlement à l'échelle INES de classement des incidents et accidents nucléaires, il existe également, depuis 2002, une échelle de classement des évènements relatifs à la radioprotection.

En 2018, le site de Saclay a déclaré un seul évènement à la DRIEE et à l'ASN-division de Paris d'évènement relatif aux activités exercées dans les installations hors INB du site de Saclay.

0	17 octobre	Extérieur du bâtiment 611	Présence d'un marquage radiologique de terres excavées lors du démarrage d'un chantier de terrassement pour remplacement de canalisations d'eaux usées, sans consultation du SPRE



C215 n° 11

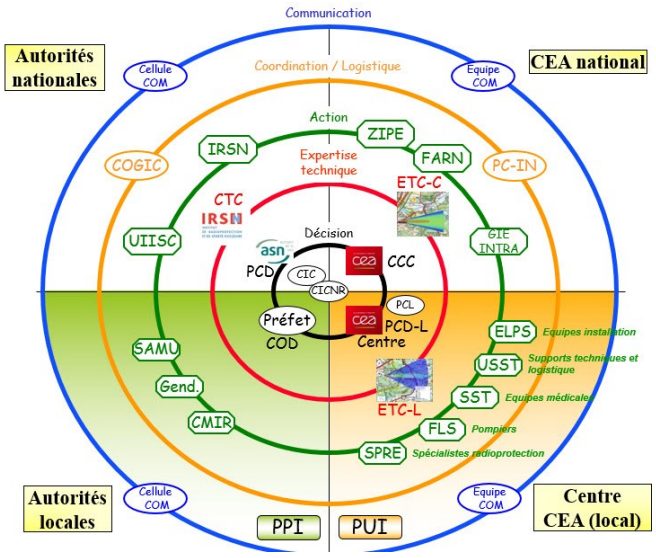
MAÎTRISE DES SITUATIONS D'URGENCE

ORGANISATION DE CRISE

Le CEA dispose, sur le plan national, d'une organisation qui lui permet de gérer, tout au long de l'année, des situations d'urgence réelles ou simulées.

A l'échelon du site de Saclay, le directeur du centre CEA Paris-Saclay est responsable de la gestion de crise. Un plan d'urgence interne (PUI) définit l'organisation et les moyens destinés à faire face à différents types de situations et notamment à tout incident ou accident susceptible d'affecter une installation nucléaire. Il définit les différentes mesures à prendre pour réaliser un diagnostic et une évaluation de la situation, engager les moyens pour remettre l'installation dans un état sûr, assurer la protection du personnel et de l'environnement, informer les autorités de sûreté, les pouvoirs publics et les médias. Ce document, soumis à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), est à vocation pratique et opérationnelle.

Une permanence de commandement en cas de crise est assurée par un « directeur d'astreinte » qui s'appuie sur un « cadre d'astreinte direction », tous deux joignables à tout moment. Parallèlement à la présence des agents de sécurité et aux moyens d'intervention de la formation locale de sécurité (FLS) assurés 24 h/24 h, des permanences pour motif de sécurité sont organisées en dehors des heures normales de travail (horaires collectifs du centre). Elles sont assurées notamment par la présence dans le centre de personnels du SPRE et des INB qui le nécessitent. Ces permanences sont complétées par un système d'astreinte à domicile mis en place au niveau des services susceptibles d'intervenir dans la gestion de la crise (SST, INB, CCSIMN, SPRE, services supports….).



ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ DES INB ET DES MOYENS DU CENTRE

A la suite des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des installations nucléaires de base du site CEA de Saclay, le noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes a été défini ; il a pour objectifs de prévenir un accident grave ou en limiter la progression, de limiter les rejets radioactifs massifs et de permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Les engagements et les recommandations résultant de l'examen par l'ASN de l'évaluation complémentaire de sûreté des moyens généraux du site CEA de Saclay ont fait l'objet de la décision 2016-DC-0537 notifiée au CEA en janvier 2016. A la suite de la parution de cette décision, la direction de Centre a décrit et justifié les dispositions mises en place en cas d'agression externe des systèmes, structures et composants (SSC) retenus pour le noyau dur. Les dispositions de maintenance des SSC du noyau dur et la fiabilité de leurs alimentations électriques en cas de fonctionnement prolongé après agression externe ont été précisées. Les conditions d'exploitation des SSC pour les températures extrêmes et la durée de leur mission ont été définies. Par ailleurs, les utilités nécessaires au fonctionnement du site, les dispositions matérielles et organisationnelles complémentaires pour prévenir les aggravants et pallier les conséquences sur les conditions d'intervention en cas de situation noyau dur ont été précisées. L'organisation et les actions humaines requises pour la gestion de telles situations ont été détaillées.

Il est à noter le remplacement en 2017 du groupe électrogène mobile (GEM) 500 kVa du site par un GEM identique mais auto-tractable.

Le rapport d'évaluation complémentaire de sûreté de l'INB 35 a été transmis à l'ASN le 18/12/2017 ; il est en cours d'instruction.

La prescription ND 15 concernant le dossier de conception technique des locaux de gestion des situations d'urgence à échéance du 31/12/2017 a été décalée en accord avec l'ASN à fin mai 2018 compte tenu de la demande de la direction du CEA Paris-Saclay de faire modifier la décision n° 2016-DC-0537 du 12 janvier 2016 qui concerne les ECS du site de Saclay. En janvier 2016, il avait été indiqué dans une lettre de notification de la décision (CODEP-DRC-2016-002347) qu'il serait possible de modifier cette prescription « en cas d'évolution des risques sur le site de Saclay, et sous réserve que le CEA en fasse la demande par la procédure adaptée et qu'il justifie la suppression de risques nécessitant des mesures de protection des populations en situation noyau dur. ». C'est le cas ici avec la déclaration de mise à l'arrêt définitif d'Orphée, qui est programmée pour fin 2019.

UN NOUVEAU PCDL

Un nouveau poste de commandement direction locale (PCDL), constitué de plusieurs cellules en soutien à l'échelon direction, est à l'étude. Il devra résister à des contraintes environnementales comme la tornade et le séisme de référence régionaux et permettre de gérer une crise dans la durée.

EXERCICES DE CRISE



Les exercices constituent un outil indispensable pour assurer l'entraînement des équipes d'intervention, mettre à l'épreuve les moyens engagés, tester l'organisation et des procédures décrites dans les plans d'intervention et notamment le plan d'urgence interne (PUI), en apprécier l'efficacité et consolider le dispositif grâce à l'exploitation du retour d'expérience.

Chaque année, de nombreux exercices sont réalisés dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la sécurité classique, de la protection de l'environnement. Ils peuvent mettre en jeu différents niveaux d'organisation, depuis l'échelon local des installations jusqu'à la mobilisation de l'organisation nationale de crise. De plus, dans le cadre des missions d'assistance aux pouvoirs publics, des équipes d'intervention du CEA Paris-Saclay peuvent être sollicitées pour participer à des exercices de crise nationaux.

En 2018, les exercices les plus marquants ont été les suivants.

EXERCICE COMPLEXE COMBINANT CRISE SÉCURITAIRE ET SÛRETÉ (INB101 ORPHÉE)

Le 9 novembre 2018 un exercice complexe combinant crise sécuritaire et sûreté (incendie en INB) a été réalisé à l'INB 101. Il avait pour objectif de tester l'organisation et la coordination des diverses interfaces ainsi que le dispositif prévu en cas d'acte de malveillance pouvant conduire à des conséquences radiologiques sur l'installation et l'environnement. Il avait deux grands axes d'évaluation : d'une part, la mise en œuvre des procédures de la FLS et les interactions avec les services de secours extérieurs au site CEA de Saclay (pompiers du SDIS 91, gendarmerie, police, groupe Intra…).

Cet exercice de grande ampleur a permis de tester en interne la chaîne d'alerte, la réactivité des personnels concernés par la gestion de crise, les dispositions humaines et techniques mises en place pour faire face à ces deux événements conformément aux dispositions décrites dans le PUI. Les principaux objectifs tels que l'alerte, les remontées d'information de terrain, les prises de décision et la gestion de crise ont été atteints.

L'EXERCICE NATIONAL PPI

Cet exercice visait à tester les dispositifs prévus tant du côté des pouvoirs publics que de l'exploitant, en cas d'accident nucléaire survenant dans une INB (PUI et PPI notamment).

<u>Le 18 décembre : gestion des problématiques liées à la sûreté nucléaire.</u>

À partir d'un scénario accidentel non connu des participants, il a permis de tester en particulier :

- la chaîne d'alerte et d'information des services et des collectivités,
- le gréement et le fonctionnement des cellules de crise,
- la chaîne décisionnelle à travers les interactions entre le CEA, l'IRSN, l'ASN et la préfecture qui ont porté en particulier sur l'état de l'installation accidentée, son évolution, les conséquences, les dispositions visant à protéger l'environnement et la population, et les actions de communication (stratégie et coordination).

Le 19 décembre : gestion des problématiques liées à la sécurité civile. Cette journée a permis à la préfecture, avec l'appui des acteurs territoriaux, de préparer « sur table » la mise en œuvre des actions de protection des populations (évacuation immédiate, diffusion des consignes à la population, etc.) contenues dans le PPI dédié à ce site.

Le scénario permettait notamment de faire travailler le DOS (Directeur des opérations de secours) sur un événement ne provoquant pas de rejets immédiats mais qui nécessitait une réflexion sur les mesures d'anticipation susceptibles d'être mises en œuvre en vue de protéger la population tout en prenant en compte l'ensemble des enjeux de la zone (une forte densité de population, présence d'un réseau routier constamment saturé, une activité économique très importante dans le secteur, etc.). À ce titre d'ailleurs, une visioconférence a été organisée avec le Centre Interministériel des Crises pour apporter un appui des autorités gouvernementales au DOS et prendre ainsi les meilleures décisions au regard du contexte.

EXERCICES CONJOINTS AVEC LE SDIS 91

Enfin, le déploiement du plan d'engagement opérationnel du site de Saclay a pu être testé lors de plusieurs exercices avec les INB. Ce plan d'engagement opérationnel (PEO) permet de coordonner l'action des équipes d'intervention de terrain du CEA (FLS/SPRE/SST) selon un référentiel commun avec les équipes des secours extérieurs notamment les équipes des pompiers du SDIS 91 avec lesquels, comme chaque année plusieurs exercices sont réalisés.

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 règlementation aux niveaux 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 » est 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 ; les deux premières sessions ont été dispensées du 4 au 6 juin et du 14 au 16 novembre. Environ 40 stagiaires ont été formés ;
- une évolution permanente des fiches réflexes (et procédures) pour l'ensemble des postes tenus au PCDL. 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 a été dispensée en interne en 2018 à tous les directeurs et cadre de direction d'astreinte, s'appuyant sur des procédures, modes opératoires et fiches réflexes opérationnelles pour assurer une gestion optimale de la première heure de crise ;



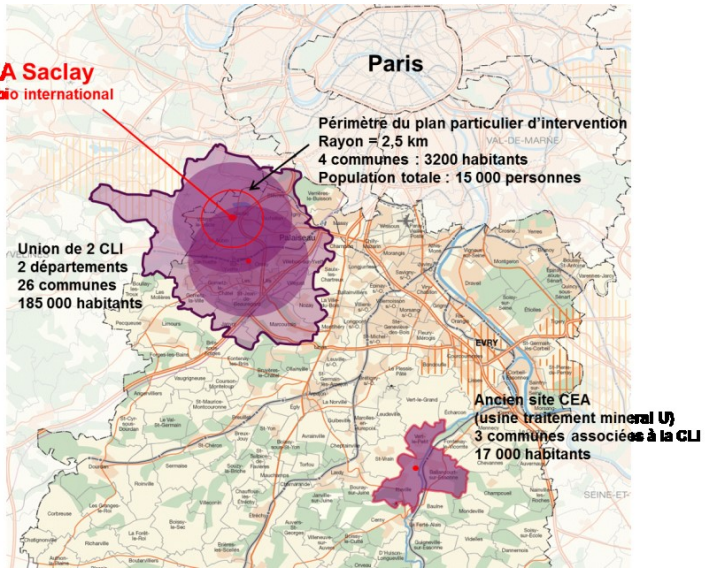
INFORMATION – COMMUNICATION

LA COMMISSION LOCALE D'INFORMATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DU PLATEAU DE SACLAY (CLI)

La CLI de Saclay a été créée en décembre 1998. Elle est présidée, depuis 2015, par Brigitte Vermillet vice-présidente du Conseil Départemental de l'Essonne déléguée au développement durable et à l'environnement.

Le champ d'action de la CLI de Saclay a été étendue en février 2009 au Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (LURE), accélérateur de particules du CNRS alors en fin de démantèlement implanté sur la faculté des sciences d'Orsay (Essonne) et à CIS Bio international, entreprise située en périphérie du site du CEA de Saclay qui produit et commercialise des radioéléments artificiels à usage médical.

La CLI s'étend sur 26 communes des départements de l'Essonne et des Yvelines (environ 200 000 habitants) et compte 100 membres d'horizons différents : élus, représentants des associations de protection de l'environnement, représentants d'organisations syndicales, personnes qualifiées représentant le monde économique (experts indépendants, représentants des consommateurs, …).



Le périmètre de la CLI devrait sans doute prochainement évoluer. En effet, l'installation LURE (INB 106) a été officiellement déclassée en fin d'année 2015 et ne fait donc plus partie de la liste

des INB (décision ASN n°2015-DC-0530 du 27 octobre homologuée par arrêté ministériel du 1er décembre 2015).

La CLI s'organise essentiellement autour de deux pôles de travail.

POLE SCIENCES ET SOCIETE

Ce pôle se réunit dès que l'actualité le demande notamment lorsqu'il est saisi pour rendre des avis sur des documents administratifs comme des enquêtes publiques. Le pôle s'intéresse également aux thèmes d'actualités techniques (gestion des déchets radioactifs, rejets radioactifs...) ou toutes questions scientifiques. La pilote du pôle est Madame Monique Sené, Présidente du Groupement des Scientifiques pour l'Information sur l'Énergie Nucléaire (GSIEN), vice-présidente du conseil d'administration et du conseil scientifique de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI), membre du Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

POLE INFORMATION, FORMATION ET GOUVERNANCE

Les travaux de ce pôle portent notamment sur la diffusion des documents grand public, l'organisation de formations à destination des membres et toutes les manifestations grand public en particulier à destination du public scolaire. Le pilote est Monsieur Jean-François Moreau expert en génie atomique, membre du haut comité français pour la défense civile.

SITES DU BOUCHET


de la déposante du Bouchet © CEA

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. Auparavant piloté par Monsieur Spada, maire d'Itteville, ce dernier a été remplacé par Monsieur Sébastien Lefetz, adjoint au maire de Ballancourt, dont la nomination a été votée par l'assemblée plénière de la CLI le 13 décembre 2016.

Depuis sa création, la CLI a été à l'initiative de nombreuses actions d'information et d'expertise à destination de ses membres et du grand public. Citons notamment :

- des campagnes de mesures de radioactivité dans l'environnement par des lycéens avec pour objectif une sensibilisation du jeune public aux notions de radioactivité,

- des expertises par des organismes indépendants afin de permettre la pluralité de l'information,
- des séances de formation des membres de la CLI,
- la rédaction de dossiers et notes d'information à destination du public,
- la diffusion des rapports sur la transparence en matière de sûreté nucléaire (rapports TSN) que doivent transmettre chaque année les exploitants nucléaires.

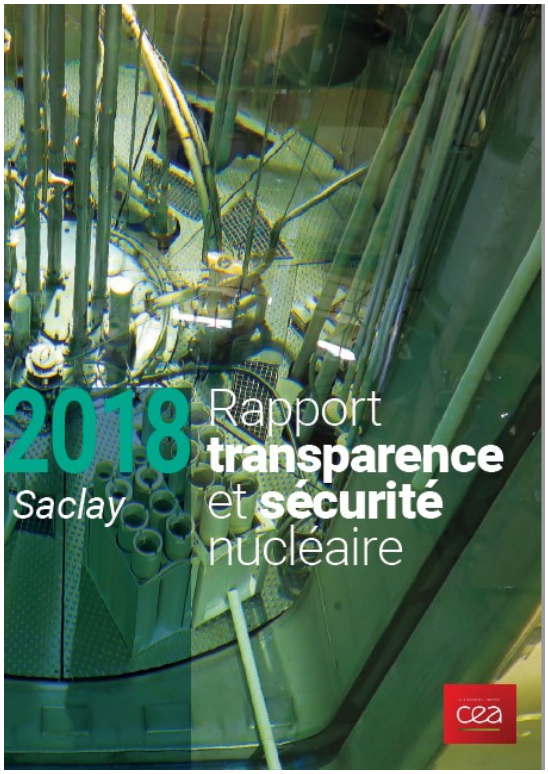
Le **groupe de travail consacré aux sites du Bouchet** s'est réuni pour la dernière fois le 6 décembre 2017 pour faire le point des résultats de la surveillance de l'année écoulée.

La CLI s'est réunie en séances plénières les 6 juin 2018 et 15 janvier 2019. Au cours de cette dernière séance ont été présentés et discutés :

- les rapports TSN 2018 du CEA et de Cis bio international,
- le bilan 2018 de la sûreté des INB du CEA Paris-Saclay, site de Saclay.
- l'activité des pôles de la CLI,

La CLI a également organisé le 29 novembre 2018 une réunion publique sur la préparation de l'exercice national de gestion de crise nucléaire des 18 et 19 décembre 2018. L'ambition de ces exercices grandeur nature est d'abord de tester le niveau de préparation des intervenants en cas de crise, à l'échelle locale et nationale, ainsi que le respect des procédures de sécurité du Plan particulier d'intervention (PPI) établi par la Préfecture de l'Essonne. Pour cet exercice, cinq membres de la CLI ont participé « en tant qu'observateurs » directement sur le terrain au niveau du PC Mesures. Enfin, lors de cette réunion publique, toute personne souhaitant avoir des informations sur les activités nucléaires du plateau de Saclay, les mesures de protection en cas d'accident, et les risques qui y sont liés, ont été invités à venir poser leurs questions. Pour leur répondre, la CLI avait fait appel à des représentants du CEA du site de Saclay, de l'Autorité de sûreté nucléaire, de l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, ainsi qu'à des représentants de la préfecture de l'Essonne.

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 CEA Saclay (http://www-centre-saclay.cea.fr).



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

RAPPORT ENVIRONNEMENTAL

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 (http://www-centre-saclay.cea.fr).



INFORMATION DU PUBLIC SUR LES MESURES DE RADIOACTIVITÉ RÉALISÉES PAR LE CEA SACLAY

Le centre CEA de Saclay transmet mensuellement à l'IRSN ses résultats de mesures règlementaires 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 inter laboratoires organisés périodiquement par l'IRSN. C'est le cas des laboratoires du SPR 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 (http://www-centre-saclay.cea.fr) et sa chaîne You Tube CEASaclay. Il relaie également son actualité scientifique et culturelle sur les réseaux sociaux Facebook et Twitter (@CEASaclay).

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

Le centre reçoit enfin plus de 50 000 visiteurs par an et organise de nombreuses visites à destination des scolaires et des étudiants. Ses chercheurs se mobilisent plus particulièrement à l'occasion de la Fête de la science pour faire découvrir au jeune public leurs recherches.



C215 n° 13

RAPPELS SUR LA RADIOACTIVITÉ

LES ATOMES : CONSTITUANTS DE BASE DE L'UNIVERS

Atome

La planète, l'air, l'eau, les roches, les êtres vivants… tous les corps de la nature sont constitués à partir d'atomes ou d'un assemblage d'atomes (molécules). Ils sont tous bâtis sur le même modèle : un noyau central composé de protons et de neutrons (les nucléons) et un nuage périphérique composé d'électrons. Un proton porte une charge positive, un électron, une charge négative. Le neutron ne porte aucune charge électrique. L'atome dans son état de référence est stable et électriquement neutre, il comporte autant de protons que d'électrons.

Ion

Dans certaines conditions (réactions chimiques), l'atome peut perdre ou gagner un ou plusieurs électrons et être chargé positivement ou négativement. Il est alors appelé ion.

Isotopes

Atomes ayant le même nombre de protons et un nombre différent de neutrons. Ils relèvent du même élément chimique. Le carbone 12 (six neutrons) et le carbone 14 (huit neutrons) sont deux isotopes du carbone. On connaît actuellement environ 325 isotopes naturels et 1 200 isotopes radioactifs, la plupart créés artificiellement.

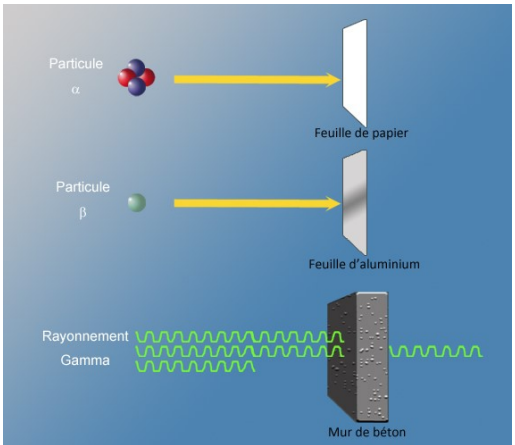
LA RADIOACTIVITÉ – LES RAYONNEMENTS

Dans la nature, la plupart des atomes sont stables. Cependant, certains atomes ont des noyaux instables, du fait d'un excès de protons ou de neutrons. Ces atomes aux noyaux instables, qu'ils soient naturels ou créés par l'homme, sont dits « radioactifs ». Pour passer à un état stable, ils se transforment spontanément en un autre atome en expulsant de l'énergie (provenant de la modification du noyau) sous forme de rayonnements. Cette transformation irréversible d'un atome radioactif en un autre atome est appelée désintégration. C'est le phénomène de la radioactivité.

On distingue trois principaux types de rayonnements qui n'ont pas les mêmes pouvoirs de pénétration dans la matière.

Les rayonnements gamma

Ils correspondent à l'émission de photons (comme la lumière visible, les rayons X, les ondes radar). Ce type de rayonnement électromagnétique est très pénétrant (c'est-à-dire qu'il peut traverser la matière) et très énergétique. Un rayon gamma peut parcourir plusieurs centaines de mètres dans l'air. De fortes épaisseurs de béton ou de plomb sont nécessaires pour l'atténuer. Il peut provoquer des dommages internes à l'organisme. Ce type de rayonnement est le plus fréquemment utilisé en radiothérapie et en radiodiagnostic.



Pouvoir de pénétration des trois principaux rayonnements

La radioactivité alpha

Elle correspond à l'éjection (hors du noyau de l'atome) d'un noyau d'hélium 4 (constitué de deux protons et de deux neutrons). Ce rayonnement peut être très énergétique mais il est très peu pénétrant, il ne parcourt que quelques centimètres dans l'air et une feuille de papier l'arrête.

La radioactivité bêta

Elle correspond à l'émission, à partir du noyau, d'électrons à charge négative ou positive. Les particules bêta ont une pénétration faible, elles parcourent quelques mètres dans l'air. Une feuille d'aluminium de quelques millimètres peut arrêter les électrons.

La radioactivité diminue dans le temps

On appelle période radioactive le temps mis par une substance radioactive pour perdre la moitié de sa radioactivité. La radioactivité est divisée par deux au bout d'une période, par quatre au bout de deux périodes. Cette période varie d'un élément à l'autre.

Exemples de valeurs de période :

Carbone 11 : 20 minutes

Argon 41 : 110 minutes

Iode 131 : 8 jours

Tritium : 12,3 ans

Carbone 14 : 5 730 ans

Potassium 40 : 1,3 milliards d'années

Uranium 238 : 4,5 milliards d'années

LES UNITÉS DE MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ ET DE SES EFFETS

L'ACTIVITÉ ET LE BECQUEREL (BQ)

Une substance radioactive est caractérisée par son « activité ». Cette grandeur mesure le nombre d'atomes qui se désintègrent par seconde (1 Bq = 1 désintégration par seconde).

Avant l'introduction du système international pour les unités de mesure, l'activité était exprimée en curie (Ci). Un curie représente le nombre de désintégrations par seconde d'un gramme de radium. Un curie équivaut à 37 milliards de Becquerels.

Toutes les désintégrations spontanées, mesurées en becquerel, ne portent pas la même énergie ni ne provoquent les mêmes effets. L'unité «becquerel» ne prend en compte ni les différences de nature et d'énergie des rayonnements émis, ni les écarts de sensibilité entre organes.

Les rayonnements sont également caractérisés par leur énergie et leur pourcentage d'émission par désintégration.

L'énergie est exprimée en électronvolt (eV) ou plus généralement en ses multiples kiloelectronvolt (keV) ou mégaélectronvolt (MeV). Un mégaélectronvolt est égal à $1{,}6.10^{-13}$ Joule.

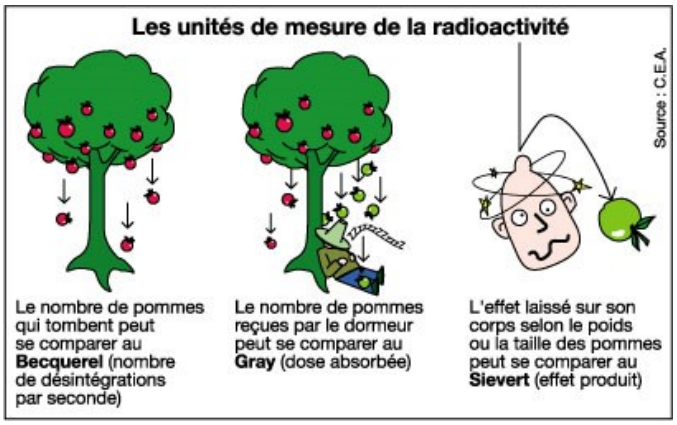
LA DOSE ABSORBÉE ET LE GRAY (GY)

Lorsqu'un rayonnement pénètre la matière, il interagit avec elle et lui transfère de l'énergie. La dose absorbée par la matière caractérise le transfert d'énergie. L'unité de dose absorbée par la matière est le gray (Gy) qui est équivalent à un joule par kg de matière. Le dosimètre est l'instrument permettant de mesurer la dose de radiation absorbée par un organisme.

LA DOSE ÉQUIVALENTE, LA DOSE EFFICACE ET LE SIEVERT (SV)

La mesure de la dose absorbée (en Gy) ne permet pas d'évaluer les effets des irradiations chez un être vivant, ceux-ci étant différents selon le type de rayonnements et selon la sensibilité des tissus ou des organes irradiés.

C'est pourquoi un coefficient biologique est utilisé pour pondérer l'importance de ces effets. Concrètement, on multiplie la dose absorbée mesurée en gray par ce coefficient biologique afin d'obtenir une mesure en sievert. Le coefficient biologique prend à la fois en compte la nature du rayonnement (dose équivalente) et la sensibilité des organes irradiés (dose efficace).



L'image ci-contre permet de symboliser la relation entre les trois unités de mesure de la radioactivité et des effets des rayonnements.

Même si ce n'est que légèrement, l'homme est en permanence baigné dans une faible radioactivité d'origine naturelle, dans la mesure où celle-ci est présente partout : dans l'air, l'eau, le sol, la terre, les aliments.

LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

Le rayonnement cosmique est très énergétique. La terre est soumise en permanence à un flux de particules provenant du cosmos.

Les rayons cosmiques sont des éléments subatomiques de haute énergie et circulant dans l'espace interplanétaire. Ils sont chargés électriquement et sont déviés par le champ magnétique terrestre. Ils sont constitués à 87 % de protons et environ 13 % de particules alpha.

La source des rayons cosmiques est incertaine. Cependant on sait que le Soleil, lorsqu'il est très lumineux, émet des rayons cosmiques de faible énergie. Mais ce phénomène est beaucoup trop rare pour être la seule source des rayons cosmiques dans l'univers. Les supernovae sembleraient être les principales sources de rayonnement cosmique. En effet, les restes de telles explosions sont de puissantes sources de rayonnement énergétique qui provoqueraient l'émission de particules comme les rayons cosmiques.

Le rayonnement tellurique résulte de la présence naturelle d'uranium 235 et 238, de thorium 232 et de potassium 40 dans tous les sols. La période radioactive de ces radioéléments est très grande (4,5 milliards d'années pour l'uranium 238).

Des quantités significatives de radon (produit de désintégration du radium, lui-même descendant de l'uranium) émanent des roches de type granitique. Le radon dégaze lentement de la roche et se désintègre lui-même dans l'atmosphère en de fines particules radioactives susceptibles de pénétrer dans les poumons et d'y provoquer une irradiation interne.

Enfin, la radioactivité naturelle contenue dans les aliments ingérés contribue également à une irradiation du corps humain.

En France, la dose moyenne due à la radioactivité naturelle, en France, est de 2,9 mSv par an selon le rapport IRSN /2015-00001 : exposition de la population française aux rayonnements ionisants.

LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE

La radioactivité peut également provenir de sources artificielles. Notamment, ces sources sont très utilisées dans le domaine médical avec le radiodiagnostic (pour effectuer des scintigraphies), la radiothérapie (pour traiter certains cancers), la médecine nucléaire (radioéléments injectés dans les tissus pour mettre en évidence le fonctionnement d'un organe) ou encore les radiographies médicales de contrôle.

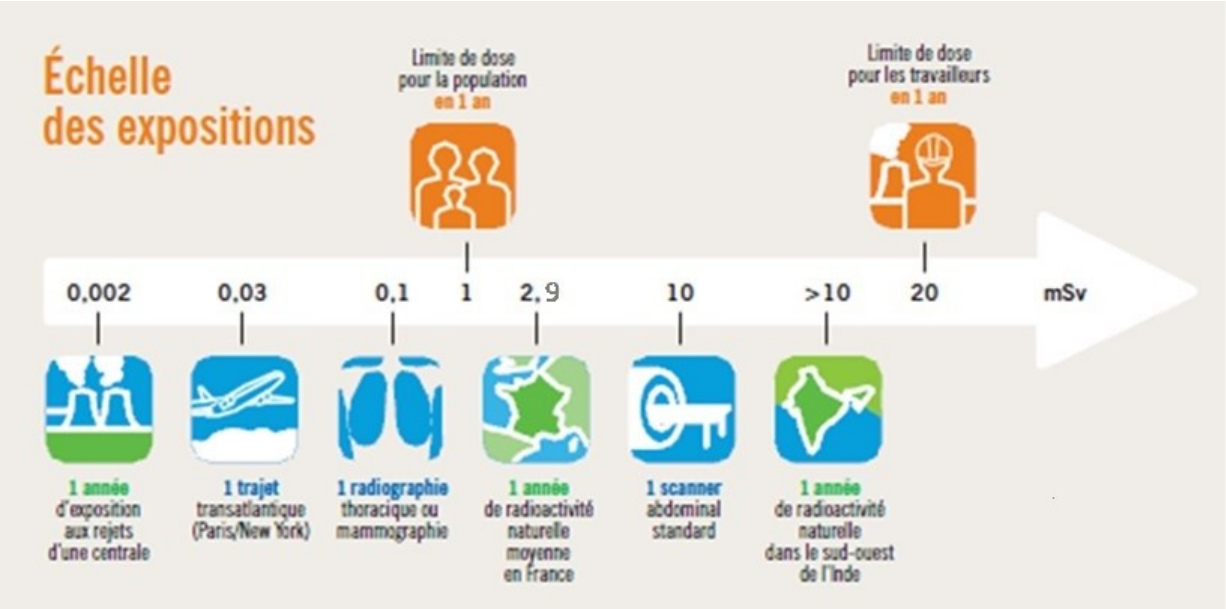
Ces expositions médicales sont de loin la principale dose artificielle reçue par l'homme, elles correspondent en moyenne pour chaque personne à une dose moyenne d'environ 1,1 mSv/an.

Les doses reçues suite aux retombées des explosions nucléaires aériennes mondiales et à l'accident de Tchernobyl induisent actuellement en région parisienne une dose équivalente annuelle inférieure à 1 millième de mSv/an.

L'exposition à proximité d'un site nucléaire a des effets quasiment négligeables puisqu'ils sont estimés entre 1 millième et quelques millièmes de mSv/an.

Par ailleurs, la dose maximale annuelle à ne pas dépasser pour une personne du public (hors expositions naturelle et médicale) est de 1 mSv/an. Pour les travailleurs affectés à des travaux sous rayonnements ionisants, la dose maximale annuelle est de 20 mSv.

La figure suivante présente quelques ordres de grandeur des doses reçues naturellement et artificiellement.





Christian Guémy alias C215

STREET ART SUR LES MURS DU CENTRE DU CEA SACLAY

Christian Guémy, qui signe ses œuvres C215, a travaillé avec le centre de Saclay dans le cadre d'un partenariat Arts et Sciences. Il a préparé des œuvres de petite taille sur des objets issus des laboratoires de recherche scientifique, et peint en grande taille sur les murs intérieurs et extérieurs des bâtiments du centre.

S'il a choisi de représenter de grandes figures de l'histoire des sciences, il en a peint d'autres un peu plus décalées… comme le Yoda de *Star Wars*. Pourquoi un tel partenariat ? Pour rappeler que le CEA est à la fois un lieu de sciences et un lieu de vie où la culture a toute sa place. Pour animer les murs du centre et rappeler que les grandes figures scientifiques guident toujours nos recherches.

Trois grands hommes ont créé, il y a presque 70 ans, l'un des plus grands centres pluridisciplinaires de recherches scientifiques d'Europe :



Frédéric Joliot, le savant, Auguste Perret, l'architecte et Charles de Gaulle, le politique

Quelques œuvres de C215 découvertes au fil des chapitres :



Chap. 1 : ***Une rangée de peupliers ; au loin, un réacteur***. Une bien étrange cité ! Une rangée de peupliers côtoie des réacteurs. Des ormes et des merisiers couvrent un accélérateur souterrain. Bien des présidents et des ministres sont venus au CEA Saclay pour inaugurer des installations de pointe comme le réacteur à eau lourde N° 3, en 1957 ! Cette « pile atomique », alors la plus puissante d'Europe, produisait des neutrons pour étudier la matière et des radioéléments pour la médecine.



Chap. 2 : ***Lise Meitner***. Physicienne autrichienne naturalisée suédoise, elle joua un rôle majeur dans la découverte de la fission nucléaire, dont elle fournit avec son neveu Otto Frisch la première explication théorique. Elle est souvent citée comme l'un des cas les plus flagrants de scientifiques ignorés par le comité du prix Nobel. À Saclay, elle a trouvé sa place dans le réacteur à eau lourde n° 3, non loin de Jules Verne.



Chap. 3 : ***Raoul Dautry***. Premier administrateur général du CEA, binôme du haut-commissaire Frédéric Joliot, Raoul Dautry a piloté la construction du CEA Saclay dès mars 1946, avec l'architecte Auguste Perret. Grand patron, deux fois ministre, il a trouvé à Saclay le projet qui conciliait tous ses domaines d'intérêt : la science, l'architecture, l'urbanisme, le lien entre le travail et le cadre de vie.



Chap. 4 : ***L'oiseau.*** Ce petit oiseau grelotte à côté d'un glaçon permanent dû à la condensation de la vapeur d'eau au voisinage d'une canne de distribution d'azote liquide. L'azote, gaz inerte majoritaire dans la composition de l'air, est liquide à -195 °C. Il nous sert dans de nombreuses expériences pour atteindre ces températures.



Chap. 5 : ***Albert Einstein***. L'avez-vous reconnu ? Considéré comme le plus grand scientifique de l'histoire, physicien théoricien, auteur de la théorie de la relativité restreinte en 1905 et de la théorie de la gravitation dite relativité générale en 1915 : c'est Albert Einstein, qui reçoit le prix Nobel de physique en 1921. Son équation $E=mc^2$ établit une équivalence entre la matière et l'énergie d'un système. Équation « customisée » en E=mc215 pour nommer le projet de partenariat art&sciences du CEA avec C215.



Chap. 6 : ***Tableau périodique de Marie Curie***. Pierre et Marie Curie découvrent, avec Henri Becquerel, la radioactivité naturelle et reçoivent le prix Nobel de physique de 1903. En 1911, Marie Curie obtient le prix Nobel de chimie pour ses travaux sur le polonium et le radium. Elle est la seule femme à avoir reçu deux prix Nobel et la seule parmi tous les lauréats à avoir été récompensée dans deux domaines scientifiques distincts. Ses travaux sont à l'origine de toutes les recherches et applications actuelles de la radioactivité.

Chap. 7 : *Le Lapin*. En hommage aux lapins qui folâtrent dans le centre… Le centre abrite des milliers de lapins qui n'ont que quelques rapaces comme prédateurs. C215, s'il est avant tout portraitiste, aime aussi peindre des animaux. Le lapin, fleur de trèfle au museau, a trouvé sa place sur un petit poste électrique au milieu d'une pelouse.





Chap. 8 : *Frédéric Joliot*. Physicien et chimiste français, Frédéric Joliot obtient le prix Nobel de chimie avec son épouse, Irène Joliot-Curie, en 1935 pour la découverte de la radioactivité artificielle. Il participe à la fondation du CEA et en devient le premier haut-commissaire, responsable des programmes scientifiques. Il pilote la construction du centre CEA de Saclay dont le bâtiment qui abritera son cyclotron. Il habite toujours les lieux, installé dans la sortie de secours de ce bâtiment désormais inutilisé.

Chap. 9 : *Galilée*. Connu pour avoir été le premier à comprendre, contre toute intuition, que la vitesse de la chute d'un corps ne dépend pas de sa masse ou que le Soleil ne tourne pas autour de la Terre mais le contraire… Connu surtout pour avoir été obligé, en 1633, d'abjurer sa doctrine à genoux, à soixante-neuf ans, devant le tribunal de l'Inquisition et s'être relevé en disant : « Et pourtant, elle tourne ». Galilée est considéré comme le fondateur de la physique, science moderne qui s'appuie sur l'expérience et la formulation mathématique.





Chap. 10 : *L'atome :* Innovation pour C215, un atome, noyau entouré de son cortège d'électrons… Celui-ci serait un atome de lithium. Dans ce bâtiment, des spécialistes développent et modélisent des codes de calcul pour l'énergie nucléaire.

Chap. 11 : *Maitre Yoda*. Sur un bâtiment consacré à l'instrumentation pour la détection des particules en astrophysique, c'est la science-fiction et l'univers de *Star Wars* qui se sont imposés à C215. Yoda est « celui qui sait » en hébreu et en grec ancien. Pour donner plus de force et de sagesse à son personnage, George Lucas, réalisateur de la saga *Star Wars*, lui a dessiné les yeux d'Albert Einstein.





Chap. 12 : *Jean-Baptiste Charcot*. Médecin, Jean-Baptiste Charcot organise des expéditions scientifiques à bord du *Pourquoi pas ?* en Antarctique, puis autour du Groenland. Héros de guerre, il joue un rôle clé dans les opérations françaises de la seconde Année polaire internationale, en 1932-1933, qui verra la mise en place d'une coordination des mesures météorologiques, prémisse de l'Organisation météorologique mondiale.

Chap. 13 : *Henri Becquerel*. Prix Nobel de physique en 1903, français, Henri Becquerel a découvert la radioactivité avec Pierre et Marie Curie. Une découverte due au hasard, une plaque photo laissée dans un tiroir ayant enregistré des traces qui se sont révélées être dues à un rayonnement radioactif. Son nom est devenu l'unité physique de la radioactivité. C215 l'a représenté en face du Laboratoire national Henri Becquerel qui assure la cohérence des mesures des rayonnements et des irradiations délivrées, en particulier aux malades du cancer.



GLOSSAIRE

ACTINÉO : installation dédiée à l'analyse de matériaux et combustibles irradiés (ICPE, CEA Saclay)
ADEC : atelier de décontamination, d'expertise et de conditionnement (ICPE, CEA Saclay)
AIEA : agence internationale de l'énergie atomique
ANCCLI : association nationale des comités et commissions locales d'information
ANDRA : agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
AOX **:** halogènes organiques adsorbables
ASN : autorité de sûreté nucléaire
Becquerel (Bq) : unité de mesure de la radioactivité (unité d'activité : une désintégration par seconde)
BRGM : bureau de recherches géologiques et minières
CEA : commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CERN : conseil européen pour la recherche nucléaire
CHSCT : comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
CIPR : commission internationale de protection radiologique
CIRES : centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (ANDRA)
Cis Bio International : société spécialisée dans les technologies biomédicales, notamment les produits radiopharmaceutiques
CLI : commission locale d'information
CNES : centre national des études spatiales
CNRS : centre national de la recherche scientifique
COFRAC : comité français d'accréditation
COHV : composés organiques halogénés volatils
COV : composés organiques volatils
CSA : centre de stockage de l'Aube (ANDRA)
DBO5 : demande biologique en oxygène à 5 jours
DCE : cis 1,2 dichloréthylène
DCO : demande chimique en oxygène
DEN : direction de l'énergie nucléaire (CEA)
DGA : direction générale de l'armement
DIGITÉO : réseau thématique de recherche dans le domaine des sciences et technologies de l'information regroupant plusieurs établissements et plusieurs sites dont un au CEA Saclay, un sur le plateau du Moulon à Saint-Aubin et un à Palaiseau
DM2S : département de modélisation des systèmes et structures (DEN, CEA Saclay)
DOSÉO : plateforme d'innovation, de formation et de services dédiée aux technologies de la radiothérapie et de l'imagerie associée (CEA Saclay)
DPC : département de physico chimie (DEN, CEA Saclay)
DPSN : direction de la protection et de la sûreté nucléaire (PMR, CEA)
DRIEE : direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie
DSM : direction des sciences de la matière (CEA)
DSV : direction des sciences du vivant (CEA)
ECS : évaluation complémentaire de sûreté
EL3 : eau lourde n° 3 (ICPE, ancien réacteur expérimental du CEA Saclay)

ERI : excès de risque individuel
FAVL : faible activité à vie longue (déchets radioactifs)
FA/MA : faible et moyenne activité (déchets radioactifs)
GANIL : grand accélérateur d'ions lourds (Caen)
GES : gaz à effet de serre
GIEC : groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat
Gray (Gy) : unité de mesure de l'exposition au rayonnement ou la dose absorbée
GSIEN : groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire
HCFC : hydrochloroflurocarbures
HCTISN : haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (créé par la loi du 13 juin 2006)
HT : hydrogène tritié
HTO : eau tritiée
ICPE : installation classée pour la protection de l'environnement
INB : installation nucléaire de base
INES : international nuclear event scale (échelle internationale de gravité des incidents ou accidents nucléaires)
INSEE : institut national de la statistique et des études économiques
INSERM : institut national de la santé et de la recherche médicale
INSTN : institut national des sciences et techniques nucléaires (CEA Saclay)
IPHI : injecteur de protons de haute intensité (ICPE, CEA Saclay)
IR : indice de risque
IRAMIS : institut rayonnement matière (DSM, CEA Saclay)
IRFU : institut de recherche des lois fondamentales de l'univers (DSM, CEA Saclay)
IRSN : institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
ISIS : réacteur expérimental associé à OSIRIS (INB 40, CEA Saclay)
ISO : organisation internationale de normalisation
L3MR : laboratoire de mesure et de modélisation des radionucléides (ICPE, CEA Saclay)
LECI : laboratoire d'études des combustibles irradiés (INB 50, CEA Saclay)
LHA : laboratoires de haute activité (INB 49, CEA Saclay)
LIBS : laser induced breakdown spectroscopy (spectroscopie sur plasma induit par laser)
LNHB : laboratoire national Henri Becquerel (ICPE, CEA Saclay)
LPS : laboratoire Pierre Sue (ICPE, CEA Saclay)
LURE : laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (CNRS, Orsay)
MES : matières en suspension
Nano-INNOV : projet fédératif de recherche et d'innovation autour des nanotechnologies comportant plusieurs plates-formes dont une implantée au CEA Saclay
NIMBE : nanosciences et innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie (IRAMIS, CEA Saclay)
OIN : opération d'intérêt national
OMS : organisation mondiale de la santé
ORPHÉE : réacteur de recherche (INB 101, CEA Saclay)
OSIRIS : réacteur de recherche (INB 40, CEA Saclay)
PAGURE : irradiateur de matériaux (INB 77, CEA Saclay)
PCE : tétrachloréthylène
PMR : pôle maîtrise des risques (CEA)

POSÉIDON : irradiateur gamma (INB 77, CEA Saclay)
PPI : plan particulier d'intervention
PUI : plan d'urgence interne
R&D : recherche et développement
RNM : réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement
RPL : radio photo luminescence (technique de dosimétrie)
SACM : service des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme (IRFU, CEA Saclay)
SACO : substance appauvrissant la couche d'ozone
SCBM : service de chimie bioorganique et de marquage (CEA Saclay)
SDIS 91 : service départemental d'incendie et de secours de l'Essonne
SEMT : service d'études mécaniques et thermiques (DM2S, CEA Saclay)
SHFJ : service hospitalier Frédéric Joliot (service du CEA implanté à l'hôpital d'Orsay)
SHON : surface hors œuvre nette
Sievert (Sv) : unité de mesure de l'équivalent de dose
SIMOPRO : service d'ingénierie moléculaire des protéines
SPR : service de protection contre les rayonnements (CEA Saclay)
STEL/STELLA : Station de traitement des effluents liquides radioactifs (INB 35, CEA Saclay)
STES : station de traitement des effluents sanitaires
TAMARIS : tables et moyens d'analyse des risques sismiques (DM2S, CEA Saclay)
TBP : tri butyl phosphate
TCE : trichloréthylène
TCSP : transport en commun en site propre
Téléray : réseau national de surveillance de la dosimétrie d'ambiance (IRSN)
TFA : très faiblement radioactif
THE : très haute efficacité
TSN (loi TSN) : loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire
UFC : unités formant colonies, unité de dénombrement des micro-organismes
ULYSSE : réacteur d'enseignement à l'arrêt (INB 18, CEA Saclay)
Unités :

Préfixe	Quantité	Symbole
Téra	Mille milliards	T
Giga	Milliard	G
Méga	Million	M
Kilo	Mille	k
Milli	Millième	m
Micro	Millionième	µ
Nano	Milliardième	n

VULCAIN : accélérateur Van de Graff utilisé à des fins d'irradiation de matériaux (INB 77, CEA Saclay)

Direction du centre CEA de Saclay
91191 Gif sur Yvette Cedex

Crédits photos :
CEA

Réalisation : ETC Imprimeries
y.boutin@etc-imp.fr

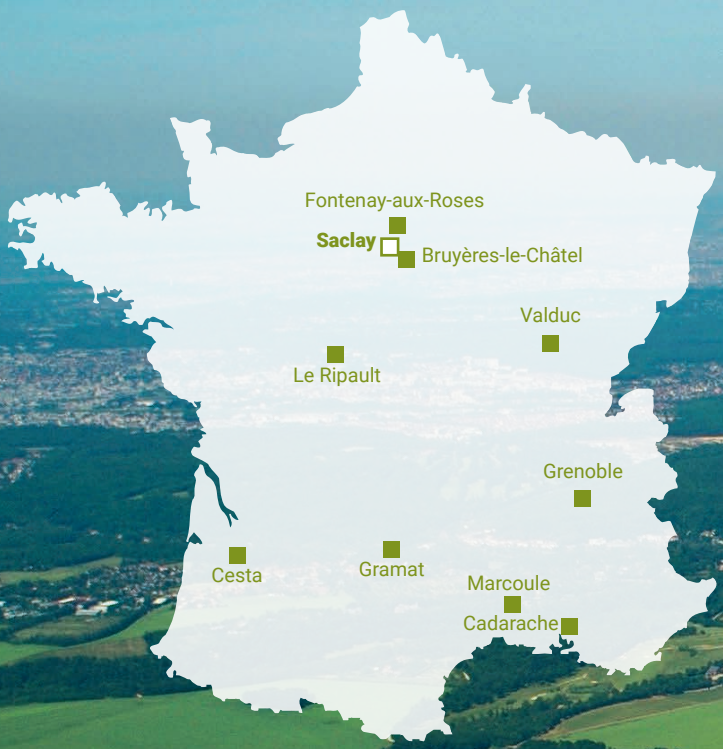
Novembre 2019

Direction du centre
CEA de Saclay
91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Téléphone : 01 69 08 34 16
Télécopie : 01 69 08 97 19

www.cea.fr

Rapport **environnemental** 2018



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

SACLAY