



2019
Saclay

Rapport
environnemental

04 - 3 80 00 00 00 - 3 11 00 00 00

cea
SACLAY

Sommaire

CHAPITRE 1 - CEA PARIS-SACLAY	5
- Un grand site de recherche pluridisciplinaire	5
- Un acteur économique important	6
- Un site ouvert sur son environnement	6
CHAPITRE 2 - LES PRINCIPALES INSTALLATIONS DU CEA SACLAY	8
- Les installations nucléaires de R&D	9
- Les ICPE de R&D	10
- Les installations nucléaires de service	12
- Les ICPE de service	12
- Les installations nucléaires et ICPE à l'arrêt ou en démantèlement	13
- Autres installations de service	14
CHAPITRE 3 - CADRE RÉGLEMENTAIRE	16
- Autorisations de rejets	17
- Prescriptions relatives à la surveillance environnementale	21
CHAPITRE 4 - REJETS ATMOSPHÉRIQUES	22
- Émissaires de rejets atmosphériques	22
- Maîtrise des rejets atmosphériques	23
- Mesures de la radioactivité des rejets atmosphériques	24
- Mesures chimiques des rejets atmosphériques	27
CHAPITRE 5 - REJETS LIQUIDES	30
- Les différents effluents liquides du centre	30
- Le cycle de l'eau et le contrôle des rejets liquides	31
- Mesures de la radioactivité des rejets liquides	32
- Mesures chimiques des rejets liquides	36
CHAPITRE 6 - IMPACT DES REJETS	40
- Impact radiologique des rejets gazeux	40
- Impact radiologique des rejets liquides	42
- Impact radiologique des rejets liquides et gazeux	42
- Impact chimique des rejets	43

CHAPITRE 7 - SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	45
- La surveillance météorologique	46
- La surveillance atmosphérique	47
- Les eaux de pluie	49
- Les sols du plateau	50
- Les herbes du plateau	50
- Les fruits et légumes du plateau	51
- Le lait	52
- L'irradiation ambiante	52
- Le réseau hydrographique de surface	53
- Les eaux souterraines	58
CHAPITRE 8 - SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDÉPENDANTES	68
- Contexte réglementaire	68
- Méthodologie du contrôle	68
- Résultats des mesures	69
CHAPITRE 9 - MAÎTRISE DE L'IMPACT DES ACTIVITÉS DU CEA SACLAY ET DE SON ENVIRONNEMENT	72
- Démarche de management environnemental et de développement durable	72
- Prévisions annuelles des rejets et de prélèvement de l'eau	73
- Principales opérations de maintenance relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets	74
- Gestion des solvants	74
- Rejets gazeux non radioactifs : émissions de substances appauvrissant la couche d'ozone et émissions de gaz à effet de serre	74
- Déchets	75
- Consommation d'eau	76
- Composés organo-halogénés volatils – Caractérisation et de pollution des zones sud et ouest du centre	77
- Maîtrise de l'évolution de l'environnement	78
CHAPITRE 10 - ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS ET ACTIONS CORRECTIVES	80
- Événements significatifs déclarés à l'ASN division d'Orléans	80
- Événements significatifs déclarés à la DRIEE et/ou à l'ASN division de Paris	81
CHAPITRE 11 - MAÎTRISE DES SITUATIONS D'URGENCE	84
- Organisation de crise	84
- Évaluations complémentaires de sûreté des INB et des moyens du centre	84
- Rénovation du PCDL	85
- Exercices de crise	85

CHAPITRE 12 - INFORMATION – COMMUNICATION	87
- La commission locale d’information des installations nucléaires du plateau de Saclay (CLI)	87
- Rapport TSN	89
- Rapport environnemental	89
- Information du public sur les mesures de radioactivité réalisées par le CEA Saclay	89
- Autres actions de communication	89
CHAPITRE 13 - RAPPELS SUR LA RADIOACTIVITÉ	90
- Les atomes : constituants de base de l’Univers 130 La radioactivité – Les rayonnements	90
- Les unités de mesure de la radioactivité et de ses effets	91
- La radioactivité naturelle	91
- La radioactivité artificielle	92
E=mc²	93
GLOSSAIRE	97



CEA PARIS-SACLAY

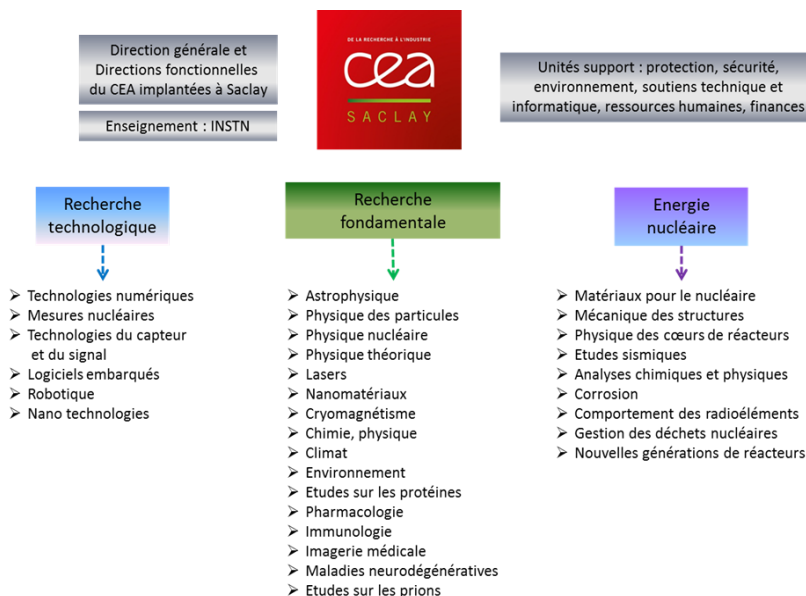
LE SITE DE SACLAY

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 plateforme 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 ainsi que sur le développement et l'utilisation d'outils sophistiqués.



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

En considérant les emplois directs (salariés sous contrat CEA), les emplois indirects produits par

les achats du centre et les emplois induits par la consommation des salariés, l'impact socio-économique du site de Saclay est estimé à près de 10 000 emplois.

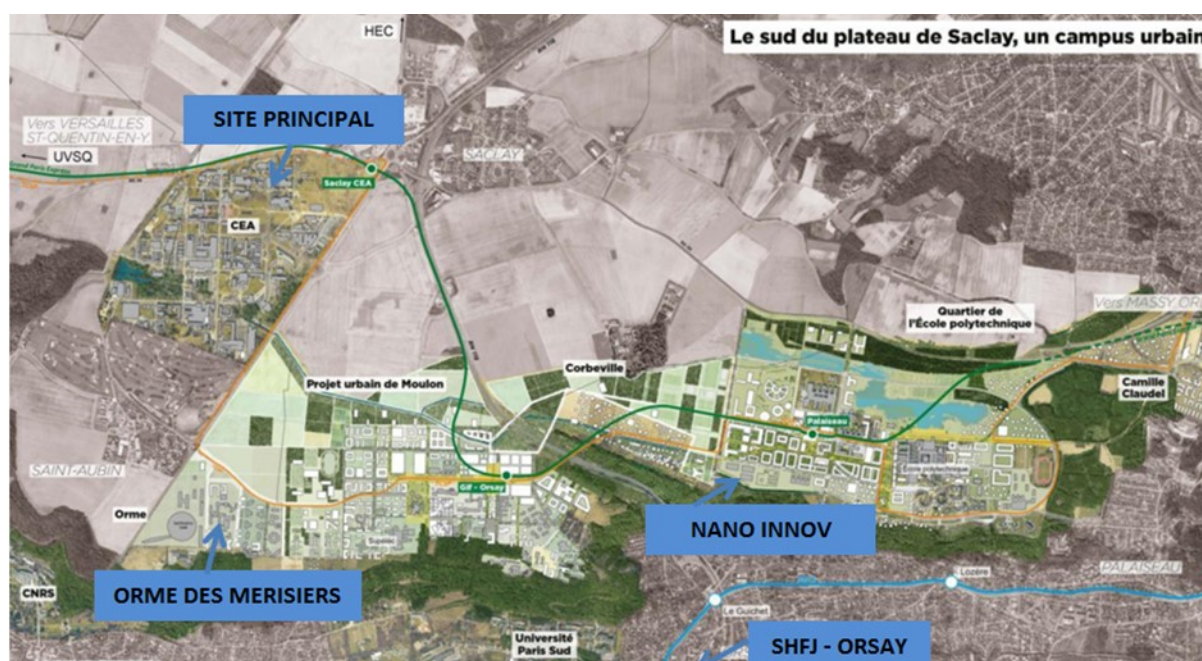
Cet impact socio-économique est réparti essentiellement sur le département de l'Essonne (40%) et les 3 départements des Yvelines, des Hauts-de-Seine et de Paris (environ 15% chacun).

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'École 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, École 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 nouveau bâtiment Neurosciences, symbolise bien l'ouverture du site sur le plateau de Saclay.

A noter également sur le site de l'Orme des Merisiers, la mise en exploitation du bâtiment ICE dédié aux recherches sur le climat et l'environnement.





C215 n° 2

LES PRINCIPALES INSTALLATIONS DU CEA SITE DE 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 2019 :

- **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 aiguë 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.



CEA - Vue du site de Saclay

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE R&D

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

Construit en 1959, Le LECl, 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.



CEA-LECl - Ligne M © L. Zylberman

INB 101 - ORPHEE - RÉACTEUR À FAISCEAUX DE NEUTRONS DESTINÉ À LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Mis en service en 1980, le réacteur de recherche Orphée (INB 101), d'une puissance de 14 MW thermiques a été mis à l'arrêt définitif le

29 octobre 2019. Les faisceaux de neutrons qui y étaient produits pour la recherche scientifique ont principalement été utilisés en diffraction neutronique pour l'étude de la structure de la matière condensée. Ils permettaient 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). Le CEA va désormais se consacrer aux opérations préparatoires de démantèlement de l'installation.



Orphée-réacteur à faisceaux de neutrons

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 Pature 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 radio-stérilisation de produits à usage médical.



Poséidon-irradiateur piscine

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.

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

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...).



dans l'industrie nucléaire.

DPC 450 (LOT 20) - LABORATOIRE DE MESURE ET DE MODÉLISATION DE LA MIGRATION DES RADIONUCLÉIDES

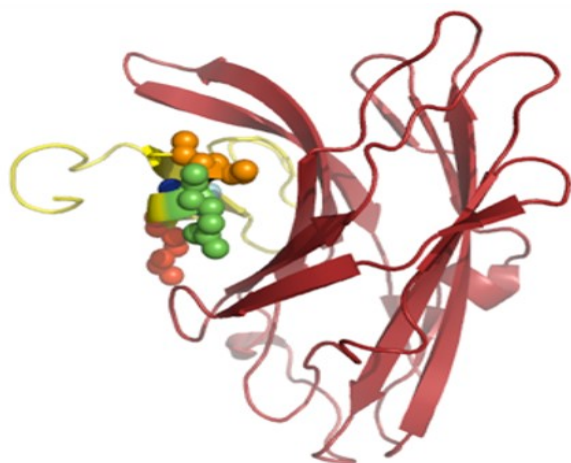
Le laboratoire de mesure et de modélisation de la migration des radionucléides (L3MR) de la direction de l'énergie nucléaire étudie, dans ce domaine, les phénomènes physiques de transport et les phénomènes chimiques d'interactions entre les radionucléides et les matériaux. La compréhension et la modélisation des pro-

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 l'institut Jacob de la direction de la Recherche fondamentale (DRF) 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*.

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 (^3H et ^{14}C essentiellement).



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

LNHB (LOT 1) - LABORATOIRE NATIONAL HENRI-BECQUEREL - MÉTROLOGIE DES RAYONNEMENTS IONISANTS - INSTALLATION DOSEO

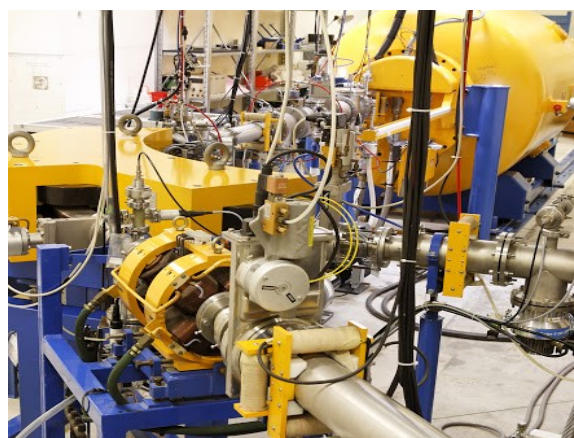
DOSEO est une plate-forme unique d'innovation, de formation et de services, dédiée aux technologies de la radiothérapie et de l'imagerie médicale. Les scientifiques de DOSEO mettent leurs compétences en simulation, calcul, optimisation et métrologie de la dose au service du développement de logiciels 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 e de nombreux moyens de mesure. DOSEO inclut notamment une équipe du laboratoire français de référence en métrologie des rayonnements ionisants (LNHB).

LEEL (LOT 28) LABORATOIRE D'ÉTUDE DES ÉLÉMENTS LÉGERS (EX-LPS) - NANOSCIENCES ET INNOVATION POUR LES MATÉRIAUX, LA BIO-MÉDECINE ET L'ÉNERGIE

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, maté-



Microsonde nucléaire du LEEL © CEA

riaux 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 (IRAMIS) de la Direction de la recherche fondamentale (IDRF).

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE SERVICE

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.

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 site CEA de Sa-

clay. 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.

LES ICPE DE SERVICE

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

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 dé-

chets 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.

LA CHAUFFERIE DU SITE

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 NOx », fonctionnement au gaz naturel (fioul domestique en secours).



LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET ICPE À L'ARRÊT OU EN DÉMANTÈLEMENT

INB 40 - OSIRIS - RÉACTEUR D'IRRADIATION TECHNOLOGIQUE DESTINÉ À 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 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) 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 phase de mise à l'arrêt définitif et de

démantèlement (décret du 18 septembre 2008), et la réalisation des opérations nécessaires pour obtenir le déclassé 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 déclassé 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'assainisse-

EL3 (LOT 13)- ANCIENNE PILE À EAU LOURDE

De l'ancien réacteur expérimental à eau lourde, mis en service en 1957 et arrêté en 1979, il reste le bloc réacteur, isolé, qui contient une radioactivité résiduelle en produits d'activation. Cette installation, qui comprend par ailleurs un entreposage d'eau lourde tritiée, fait l'objet d'une simple surveillance.



AUTRES INSTALLATIONS DE SERVICE LA STES (STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SANITAIRES)

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.



ment et démantèlement du CEA et ses partenaires. INB 18 - ULYSSE - RÉACTEUR D'ENSEIGNEMENT À L'ARRÊT

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.



STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS INDUSTRIELS ET DE PRODUCTION D'EAURECYCLÉE

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 m³/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 production d'eau recyclée



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 1^{er} 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 régit notamment les ICPE et leurs rejets, les rejets liquides de l'ensemble du centre et les points de surveillance de l'environnement aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du centre. Il a été modifié par l'arrêté préfectoral 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.

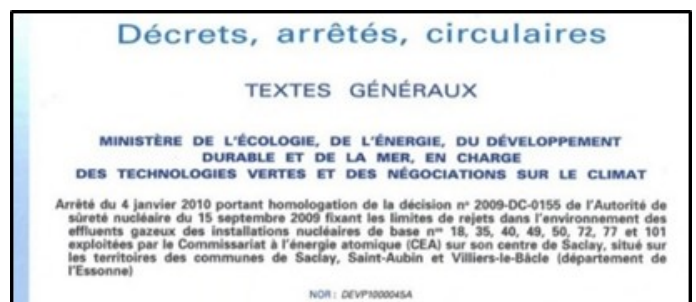
- La décision ASN n° 2009-DC-156 du 15 septembre 2009 fixe les prescriptions relatives aux rejets des effluents liquides des INB exploitées par le CEA dans les réseaux du centre de Saclay et aux rejets dans l'atmosphère des effluents gazeux de ces mêmes INB.

- 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.



AUTORISATION D'ÉMISSIONS DE RADIONUCLÉIDES PAR VOIE GAZEUSE ET PAR INSTALLATION

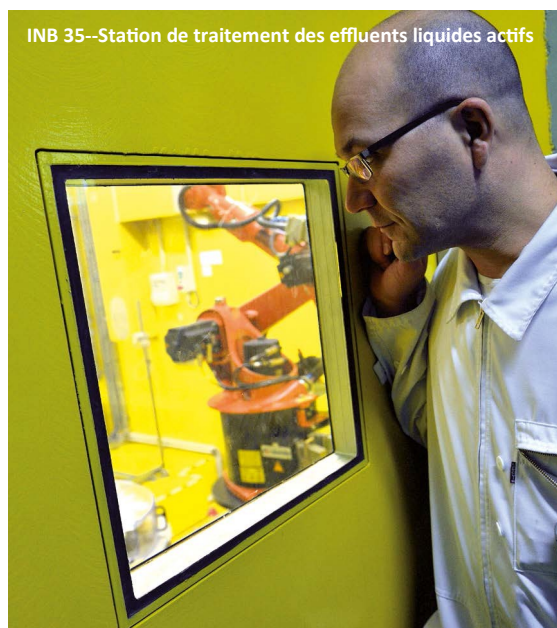
Tableau 1 : Rejets gazeux (en GBq/an) - Limites autorisées

	Gaz rares	3H	14C	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	5 000	–	–	–	–
TOTAL INB	83 000	16 400	130	0,76	0,041
LNHB Lot 1	2 000	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

AUTORISATION D'ÉMISSIONS DE COMPOSÉS CHIMIQUES PAR VOIE GAZEUSE

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/m³ et un flux annuel maximal de 250 kg,
- ◆ l'INB 77, pour des rejets d'ozone (O_3) avec une limite de concentration fixée à 24 mg/m³ 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/m³ et un flux annuel maximal de 16 kg.



AUTORISATION D'ÉMISSIONS DE RADIONUCLÉIDES PAR VOIE LIQUIDE ET PAR INSTALLATION DANS LE RÉSEAU DES EFFLUENTS INDUSTRIELS (R5)

Rejets liquides (en MBq/an) - Limites autorisées

	Volume (m ³)	Tritium	¹⁴ C	Iodes	Autres émetteurs β 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 site CEA de Saclay (point R7*)	2 000 000	250 000	2 000		500	200

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

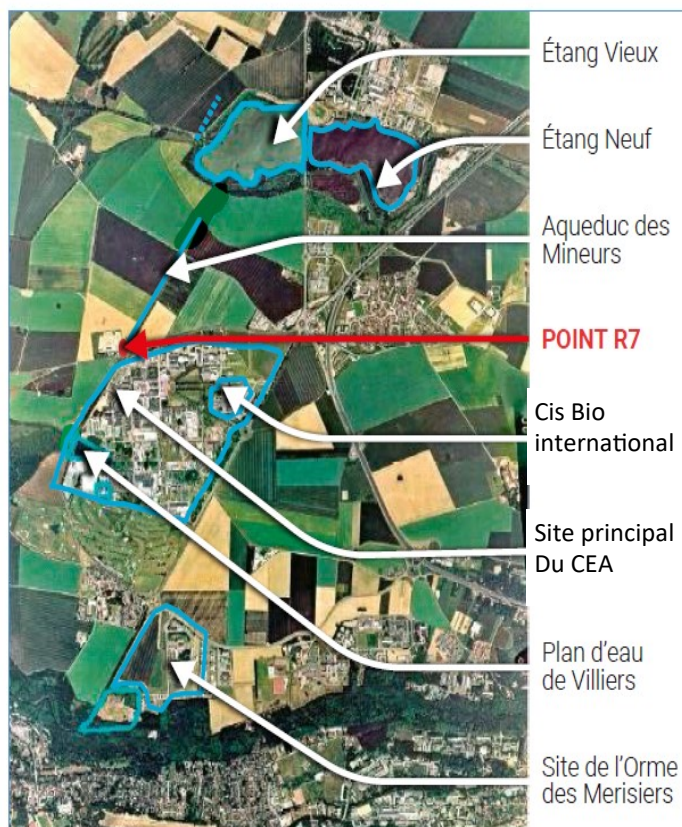
AUTORISATION D'ÉMISSIONS DE RADIONUCLÉIDES PAR VOIE LIQUIDE EN SORTIE DE CENTRE

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 soit 500 MBq.

AUTRES AUTORISATIONS RELATIVES AUX RÉSEAUX

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'ÉMISSIONS DE COMPOSÉS 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

Flux		
Paramètres	Limites mensuelles de l'arrêté Préfectoral	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral
	en kg/mois	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 À LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Outre la surveillance des installations et des différents réseaux d'eau du site, le CEA est tenu de surveiller l'environnement en différents points extérieurs de 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 : un seul point, la 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.



Mesures de radionucléides émetteurs alpha après séparation radiochimique © CEA



C215 n° 4

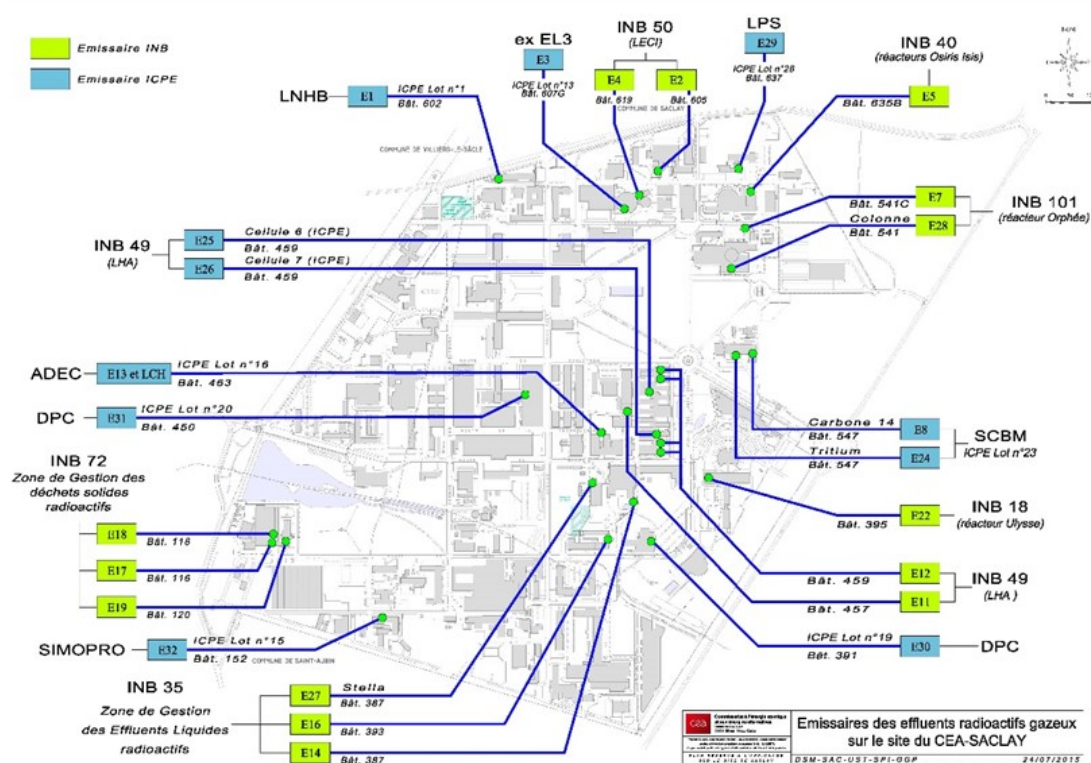
REJETS ATMOSPHERIQUES

ÉMISSAIRES DE REJETS ATMOSPHERIQUES

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

permettent leur bonne dispersion dans l'atmosphère.

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 résume 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.SÛE-Lot 28	E 29	X							X	X	X
INB 49	E 25	X		X	X		X		X	X	X
Cellules 6 et 7	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 démantèlement

(3) : uniquement lors du fonctionnement

MAÎTRISE 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 tri-

tium 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 à des fins d'analyses 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 radionu-

cléides 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.

	Rejets gazeux comptabilisés en 2019 (en GBq)				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	–	0,01	–	–	0,000005
INB 35	–	64	8	0,00012	0,00017
INB 40	544	61	0,4	0,00043	0,00051
INB 49	–	1	0,06	–	0,00009
INB 50	876	4,5	–	0,00066	0,0013
INB 72	46	40	0,21	0,00045	0,00014
INB 101	2 553	1 107	1,5	0,0003	0,0001
ICPE Cel 6	–	1,2	–	0,00017	0,00005
ICPE Cel 7	1,3	–	–	–	–
TOTAL INB	4 020	1 279	10,20	0,0021	0,0023
ICPE - L NHB Lot 1	0,00058	2,2	–	0,00034	0,0001
ICPE - EL3 Lot 13	–	1,2	–	–	–
ICPE - Lot 15	–	2,5	–	0,00001	–
ICPE - ADEC Lot 16	–	98	0,5	0,00056	0,00035
ICPE - DPC Lot 19	0,008	–	–	0,00013	0,00004
ICPE - DPC Lot 20	–	–	–	0,00005	0,00006
ICPE - SCBM Lot 23	–	7 835	35	0,00007	0,066
ICPE - LPS Lot 28	–	–	–	–	–
TOTAL ICPE	0,01	7 489	35	0,0012	0,066
Total CEA Saclay	4 020	8 768	46	0,0033	0,069

Nota : pas de rejets gazeux pour l'INB 77

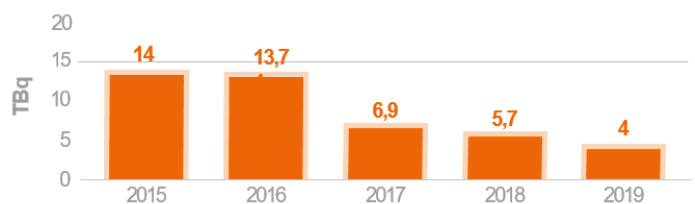
	Rejets gazeux comptabilisés en 2019 (en % des autorisations par installation)				
	Gaz rares	3H	14C	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	–	0,1%	–	–	1,6%
INB 35	–	6,4%	8,0%	0,1%	8,5%
INB 40	5,4%	3,1%	2,0%	0,1%	5,1%
INB 49	–	0,1%	–	–	0,9%
INB 50	4,4%	0,1%	–	0,7%	0,1%
INB 72	0,3%	1,7%	–	2,3%	2,7%
INB 101	8,5%	22%	15%	1,5%	3,3%
ICPE Cel 6	–	1,2%	–	1,1%	5,2%
ICPE Cel 7	0,03%	–	–	–	–
TOTAL INB	4,8%	7,8%	7,9%	0,3%	5,7%
ICPE - L NHB Lot 1	0,00003%	11%	–	9,5%	10,0%
ICPE - EL3 Lot 13	–	15%	–	–	–
ICPE - Lot 15	–	2,5%	–	4,0%	–
ICPE - ADEC Lot 16	–	65%	17%	5,6%	1,0%
ICPE - DPC Lot 19	0,3%	–	–	25%	18%
ICPE - DPC Lot 20	–	–	–	1"	6,9%
ICPE - SCBM Lot 23	–	11%	1,8%	0,3%	36%
ICPE - LPS Lot 28	–	–	–	–	–
TOTAL ICPE	0,0004%	11%	1,9%	3,3%	29%
Total CEA Saclay	4,7%	11%	2,2%	0,4%	25%

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. Cependant, un dépassement d'autorisation mensuelle a été constaté concernant les rejets en tritium pour l'installation ADEC en juin 2019 (39,2 GBq pour une autorisation mensuelle de 25 GBq). Cet évènement a été déclaré aux autorités (voir chapitre 10). Les quantités rejetées sont à relativiser, car ce rejet accidentel ne représente qu'environ 1% du rejet total annuel de tritium du site de Saclay.

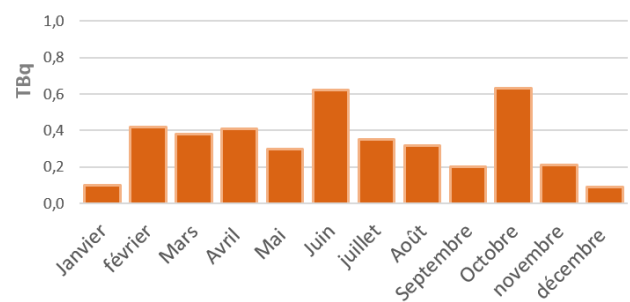
Les cinq catégories de rejets sont détaillées ci-après avec leur évolution durant ces cinq dernières années.

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). Ces gaz rares n'ont aucune affinité chimique avec le milieu vivant. Les rejets affectés à l'INB 40 (réacteur Osiris à l'arrêt depuis 12/2015) correspondent à des cumuls de valeurs inférieures aux seuils de décision. Les rejets d'argon 41 ont cessé depuis l'arrêt du réacteur Orphée en octobre 2019.

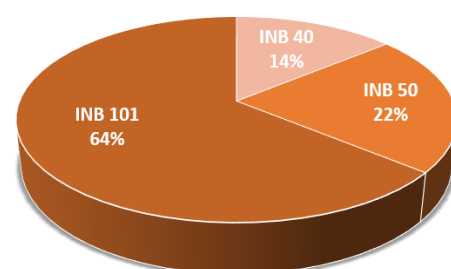
Activité des gaz rares



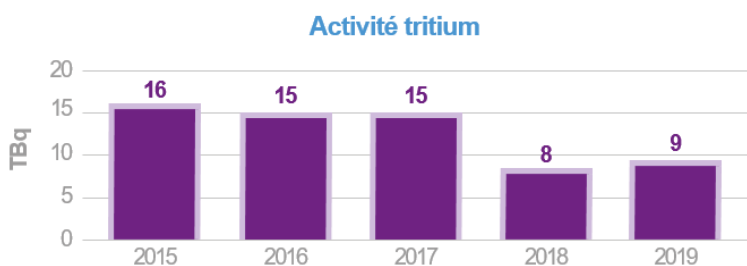
Répartition mensuelle des rejets en gaz rares en 2019



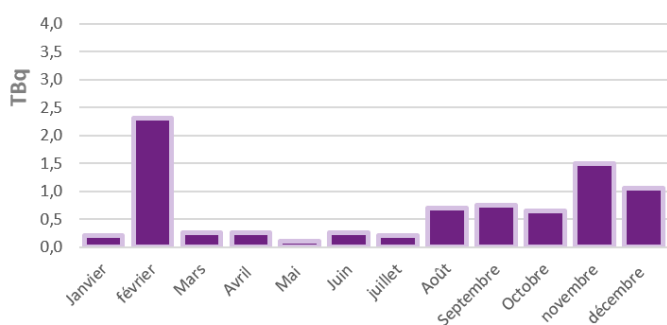
Répartition des rejets en gaz rares année 2019 (4,02 TBq)



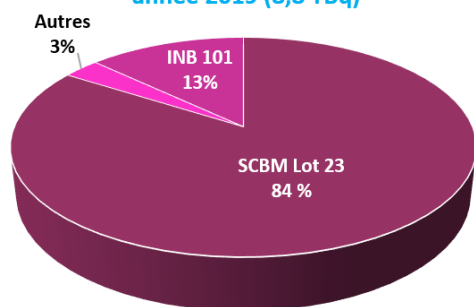
Les **rejets en tritium** (^3H , période de 12,3 ans) sont attribuables à 84 % aux recherches menées par le Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) et à 13 % au fonctionnement du réacteur de recherche Orphée. Les variations d'un mois sur l'autre sont directement liées à l'activité des équipes de recherche du SCBM, relativement stable par rapport à 2018 pour la partie tritium.



Répartition mensuelle des rejets en tritium en 2019

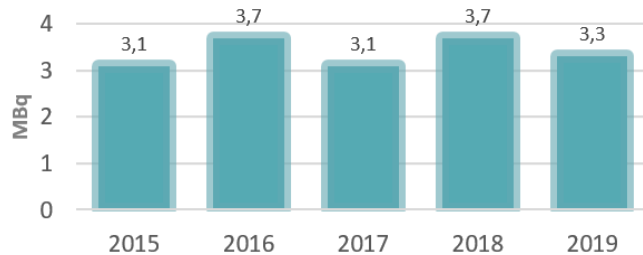


Répartition des rejets en tritium année 2019 (8,8 TBq)

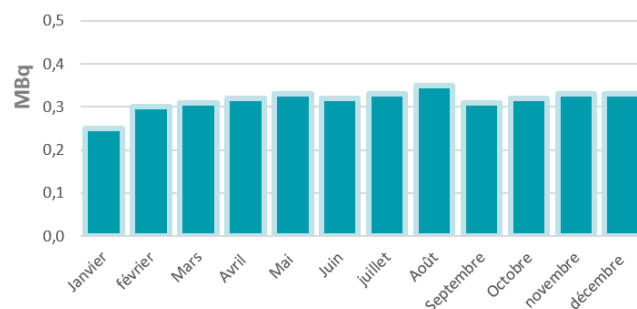


Les **rejets en iodes** du site de Saclay sont en général inférieurs aux seuils de décision. Les seuls rejets mesurables d'iode ^{131}I (^{131}I , période de 8 jours) proviennent le plus souvent des tests réglementaires réalisés afin de mesurer l'efficacité des pièges à iode des installations.

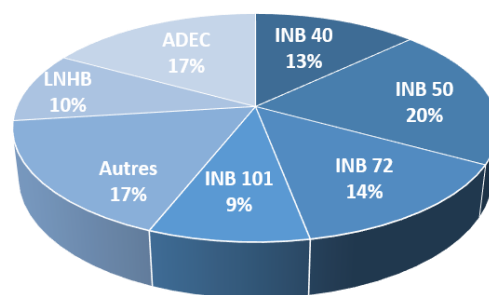
Activité des iodes



Répartition mensuelle des rejets en iodes en 2019



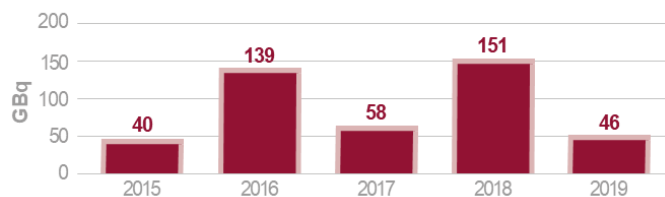
Répartition des rejets en iodes année 2019 (3,3 MBq)



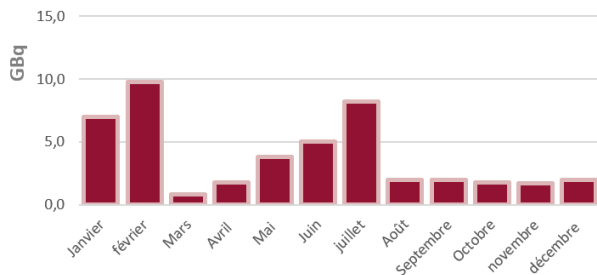
Les **rejets en carbone 14** gazeux proviennent essentiellement de l'installation du Service de Chimie Bio-organique et de Marquage (SCBM) ainsi que de la station de traitement des effluents radioactifs liquides (INB 35).

Les variations des rejets en carbone 14, observables d'un mois sur l'autre, sont directement liées à l'activité de recherche du SCBM.

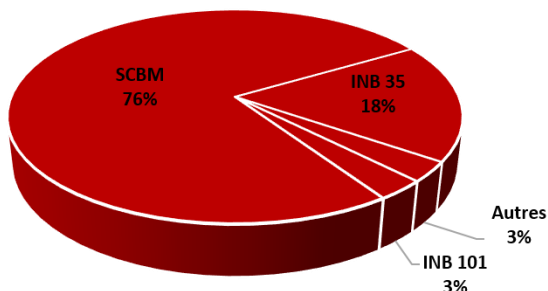
Activité carbone 14



Répartition mensuelle des rejets en ¹⁴C
en 2019

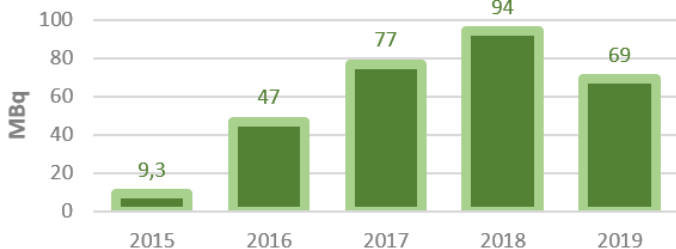


Répartition des rejets en ¹⁴C
année 2019 (46 GBq)

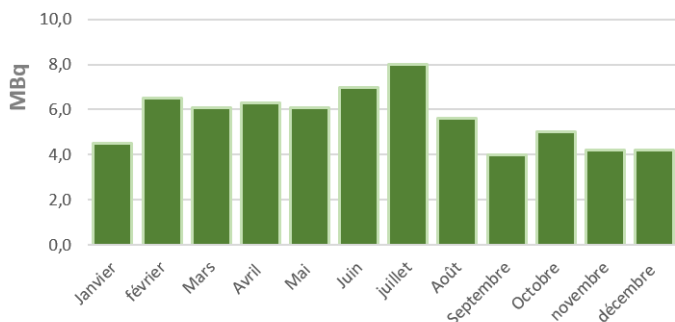


Pour Les rejets en aérosols émetteurs $\beta\gamma$, comme les précédentes années, le SCBM a été le principal contributeur (96%) avec des rejets en carbone 14 sous forme aérosols. La baisse des rejets par rapport à 2018 est liée directement aux activités de recherche du SCBM.

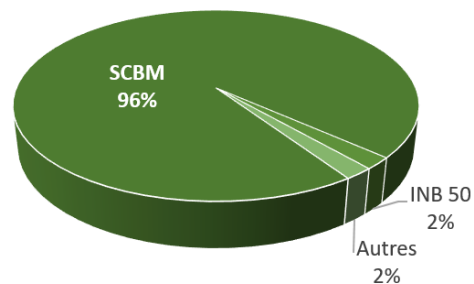
Activité des émetteurs $\beta\gamma$



Répartition mensuelle des rejets émetteurs $\beta\gamma$
en 2019



Répartition des rejets en émetteurs $\beta\gamma$
année 2019 (69 MBq)



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/m³ 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/m³ 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 2019 par voie gazeuse est de 0,31 kg, soit 0,12 % des autorisations. Au cours de ces campagnes, la concentration moyenne était de 0,12 ppm avec un maximum de 0,79 ppm.

Pour l'INB 77, le flux annuel d'ozone a été évalué à 29,2 kg, soit 9,7 % de l'autorisation. Les concentrations calculées de façon majorant pour les trois irradiateurs sont les suivantes :

Poséidon : 1,16 mg/m³ ;
Pature : 0,07 mg/m³ ;
Vulcain : 0,68 mg/m³

Ces valeurs de concentrations respectent la concentration limite de 24 mg/m³.

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 2019, 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 8,1kg, valeur à comparer à la limite annuelle de rejets de 16 kg. Les principaux produits concernés en 2019 sont l'e dichlorométhane, le diéthyléther et l'éthanol. Sur la base de ces quantités, les concentrations moyennes majorantes en sortie de cheminée sont de 1,93 mg/m³, valeur à comparer à la limite réglementaire de 4 mg/m³.

CONTRÔLE DES LÉGIONNELLES DANS LES TOURS AÉRORÉFRIGÉRANTES

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).

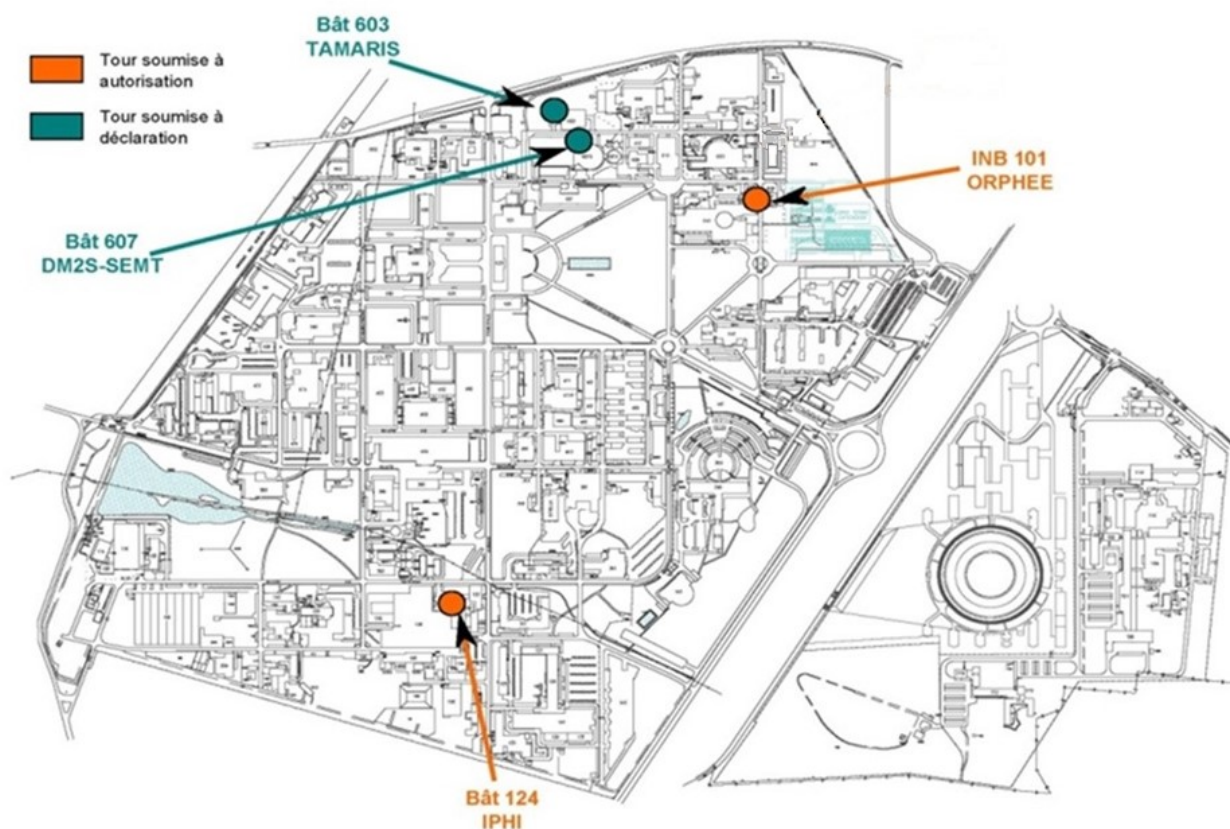
En 2019, pour les quatre installations du centre, la mesure du taux de *Legionella pneumophila* est systématiquement inférieure à 100 UFC/L (limite de détection du laboratoire).

La consommation totale de substances biocides utilisées en 2019 s'est élevée à 1081,85 kg dont 600 kg pour l'INB 101, 858,05 kg pour l'installation IPHI ; 56,5 kg pour l'installation Tamaris et 40,3 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 (Ovoïde Nord) a été arrêté à la fin du premier trimestre 2016 suite à l'arrêt du réacteur Osiris fin 2015. La tour de l'INB 101 est aussi arrêtée depuis l'arrêt définitif du réacteur fin octobre 2019.

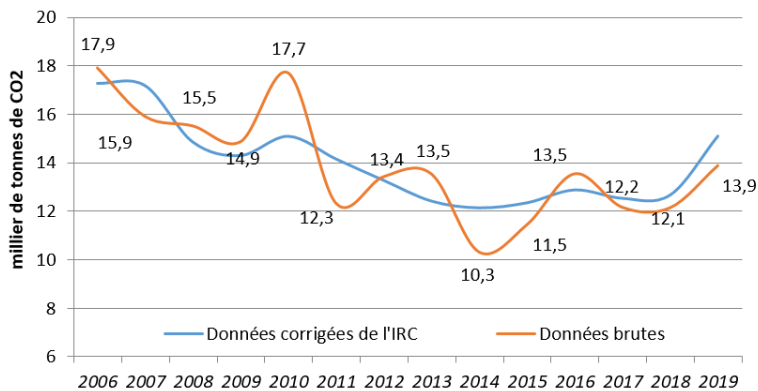


ÉMISSIONS DES CHAUFFERIES DU CENTRE

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 1^{er} janvier au 14 mai 2019 puis du 21 octobre au 31 décembre 2019, ce qui correspond à 206 jours de fonctionnement.

En 2019, les émissions brutes de polluants pour la chaufferie du site de Saclay ont augmenté d'environ 15%, sauf pour les oxydes de soufre (-38%) et les poussières totales (-14%). Après correction de l'IRC (Indice de Rigueur Climatique), les émissions de CO₂ ont augmenté de 10,7% en 2019, après une légère augmentation déjà constatée en 2018 de 3,9% semblant confirmer l'impact négatif apparent de émissions correspondant à la chaleur fournie au centre par la nouvelle installation (COGESTAR) de cogénération implantée à proximité de la chaufferie mais appartenant à la société Dalkia. Cette installation fonctionne de Novembre à Mars.



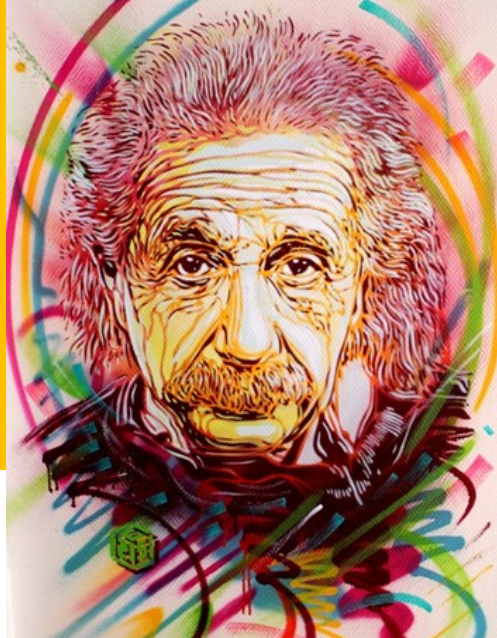
Evangelista TORICELLI : Physicien et mathématicien italien du 17^{ème} siècle. Il est à l'origine d'un principe d'hydrodynamique des fluides parfaits exprimant la conservation de l'énergie. Il a donné son nom à un principe et à un cratère lunaire. Il a mis en évidence le vide et la pression atmosphérique en découvrant le baromètre à mercure.

L'artiste C215 a naturellement pensé à lui pour orner les gros tuyaux et le bâtiment qui héberge la chaufferie du site de Saclay.

Émission de polluants de la chaufferie du CEA Paris-Saclay en tonnes (année 2019*)

Polluant chimique	Protoxyde d'azote (N ₂ O)	Méthane (CH ₄)	Oxydes d'azote (NO _x)	Dioxyde de carbone (CO ₂)	Oxydes de soufre (SO _x)	Poussières totales
Émissions 2019 (en tonnes)	0,61	0,97	15	13 884	0,21	0,006

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



C215 n° 5

REJETS LIQUIDES

LES DIFFÉRENTS EFFLUENTS LIQUIDES DU SITE

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 m³) observés en 2019.

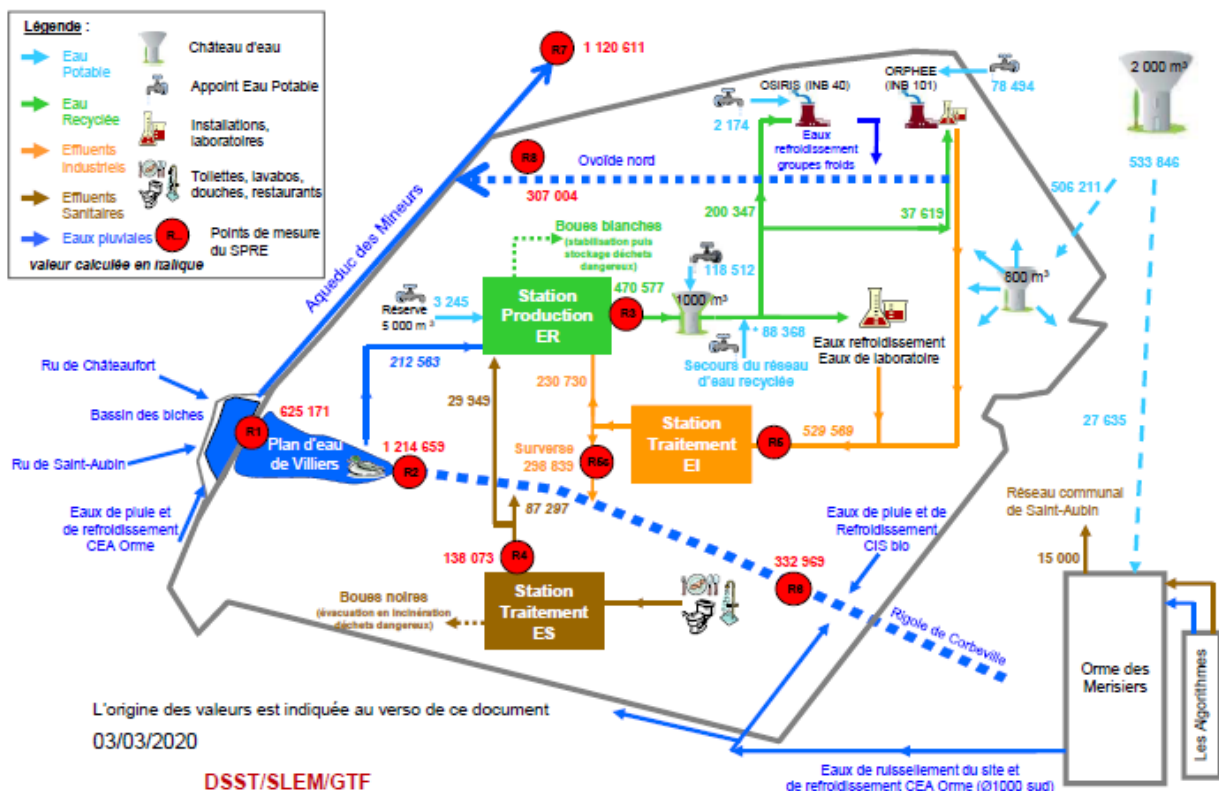
Les eaux rejetées par surverse du plan d'eau de Villiers (point R1) et par l'ovoïde nord (point R8) aboutissent dans l'aqueduc des Mineurs (point R7), exutoire final des effluents vers le milieu récepteur. Ces eaux débouchent ensuite via l'aqueduc des

neurs 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.

Mi-



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 cons-

tituant 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 site 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 2019.

Le premier tableau ci-dessous présente les activités rejetées en 2019 suivant cinq catégories de radionucléides.

Rejets liquides 2019 (en MBq)						
	Volumes rejetés en m ³	Emetteurs alpha	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	3	-	0,019	0,008	-	0,01
INB 35	137	0,0087	2 962	11	0,09	0,54
INB 40	-	-	-	-	-	-
INB 49	23	0,0007	1,5	0,29	-	0,05
INB 50	23	0,0002	0,41	0,08	-	0,04
INB 72	21	0,0001	3	0,07	-	0,04
INB 77	70	0,0008	2,3	-	-	0,04
TOTAL INB	276	0,0105	2 969	12	0,094	0,72
ICPE - ADEC Lot 16	48	0,0097	1,4	0,24	-	0,58
ICPE - DPC 450 Lot 20	6	0,0001	0,05	0,02	-	0,01
ICPE - SCBM Lot 23	121	-	52	4,1	-	-
ICPE - Mirabelle Lot 32	0,4	0,000001	2,6	0,003	-	0,0009
TOTAL ICPE	175	0,0098	57	4,4	-	0,59
Total CEA Saclay	452	0,02	3 026	16	0,094	1,3

Le second tableau ci-après présente les pourcentages de rejets par rapport aux autorisations. Toutes les installations ont respecté leurs autorisations individuelles.

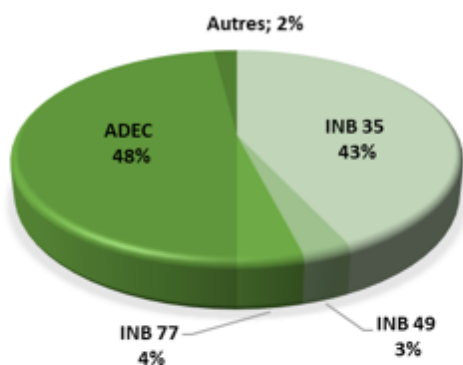
Pour **les émetteurs α**, les activités mentionnées correspondent à la somme des différents émetteurs α artificiels (plutonium, américium) identifiés ou inférieurs aux seuils de détection des appareils de mesure.

Pour **les autres catégories**, les activités rejetées sont assez constantes et restent bien inférieures aux limites autorisées. Le principal contributeur des rejets liquides en 2019 est l'INB 35.

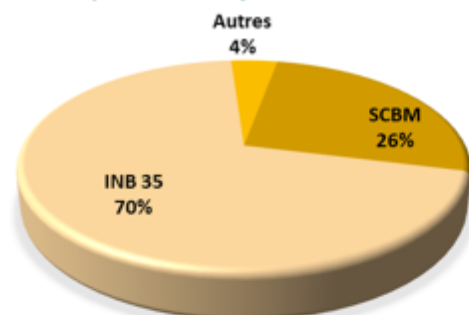
Les contributions respectives (exprimées en %) des différentes installations du site de Saclay en matières de rejets sont transcrites sur les représentations suivantes.

	Rejets liquides 2019 (en % des autorisations par installation)					
	Volume	Emetteurs α	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres émetteurs β et γ
INB 18	1,30%	-	-	-	-	-
INB 35	3,80%	0,43%	1,50%	1,90%	0,09%	0,10%
INB 40	-	-	-	-	-	-
INB 49	0,70%	0,70%	4,90%	1,40%	-	8,90%
INB 50	4,50%	0,20%	8,30%	15%	-	8,30%
INB 72	5,30%	0,10%	1,00%	6,90%	-	1,30%
INB 77	12%	0,80%	23%	-	-	2,20%
TOTAL INB	0,60%	0,10%	1,20%	1,90%	0,09%	0,10%
ICPE - ADEC Lot 16	-	0,60%	0,10%	1,60%	-	25%
ICPE - DPC 450 Lot 20	-	0,05%	1,60%	3,80%	-	5,20%
ICPE - SCBM Lot 23	-	-	1,30%	4,10%	-	-
ICPE - Mirabelle Lot 32	-	0,00%	2,90%	1,30%	-	4,40%
TOTAL ICPE	-	0,58%	1,10%	3,60%	-	23%

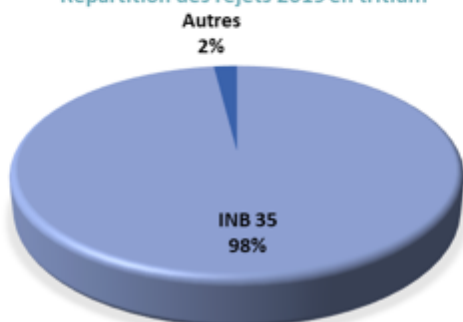
Répartition des rejets 2019 en émetteurs α



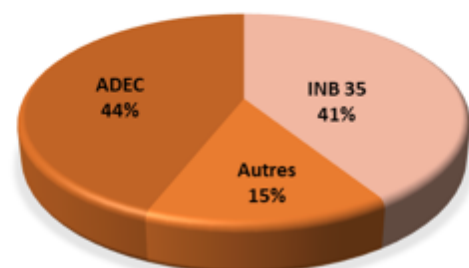
Répartition des rejets 2019 en carbone 14



Répartition des rejets 2019 en tritium



Répartition des rejets 2019 en émetteurs βγ



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.

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.

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	< 3,0 - 96	Journalier
Carbone 14	16	< 0,94 - < 2,3	Journalier
Autres émetteurs β γ	-	< 0,033 - 0,17	moyen mensuel
Activité β globale	-	0,052 - 0,57	Journalier
Autres émetteurs β γ + Strontium 90	2	0,0051 - 0,019	Moyen mensuel
Emetteurs α (activité alpha globale)	0,1	< 0,013 - 0, 076	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	-	< 0,018 - < 0,035	Echantillon 24 h mensuel
Activité bêta global	-	0,46 - 0,91	Echantillon 24 h mensuel
Tritium	-	< 3,3 - 31	Echantillon 24 h mensuel

Concentrations en R7 (sortie de centre) - Paramètres radiologiques

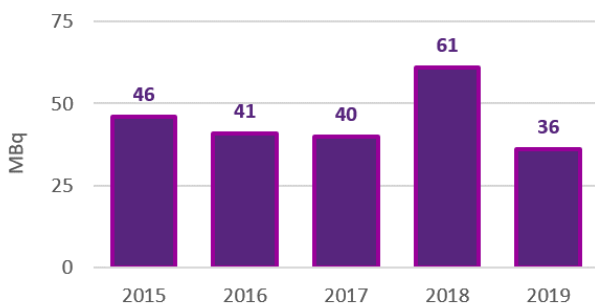
Paramètres	Limites de l'arrêté Préfectoral en Bq/l	Intervalles concentration en Bq/l	Types de suivi
Tritium	500	<2,7 - 84	Journalier
Carbone 14	8	< 0,67 - < 1,9	Journalier
Autres émetteurs β γ	-	< 0,027 - 0,14	moyen mensuel
Activité β globale	1	0,043 - 0,59	Journalier
Emetteurs γ + Strontium	1	0,076 - 0,017	moyen mensuel
Emetteurs α (activité alpha globale)	0,1	< 0,011 - 0,092	Journalier

Flux en R7 (sortie de centre) - Paramètres radiologiques

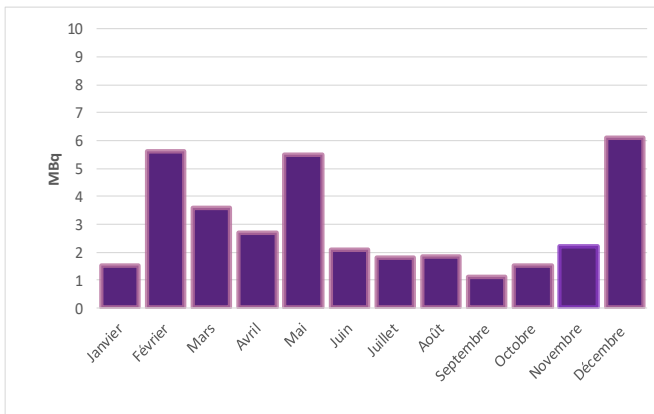
Paramètres	Limites annuelles de l'arrêté Préfectoral en MBq	Intervalles de flux mensuel en MBq	Cumul annuel en MBq	Cumul annuel en % de l'AP
Tritium	250 000	346 - 1910	10 800	4,3%
Carbone 14	2 000	< 1,9 - 18,1	82	4,1%
Autres émetteurs β γ (émetteurs γ + Strontium 90)	500	0,49 - 1,8	13	2,6%
Emetteurs α (activité alpha globale)	200	1,2 - 6,2	36	18,2%

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 2019, cette contribution est de l'ordre de 1,5 MBq (environ 0,8 % de l'autorisation annuelle pour les émetteurs alpa). Les valeurs élevées de Février, Mai ou Décembre correspondent à des mois très pluvieux contribuant à de forts volumes en sortie de centre.

Activité des émetteurs α des eaux en sortie de site (R7) de 2015 à 2019 (MBq)



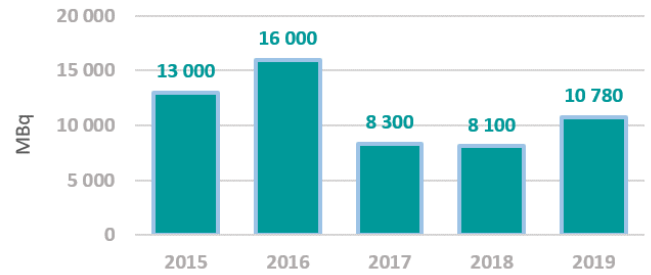
Répartition mensuelle des émetteurs alpha dans les eaux en sortie de centre (R7)



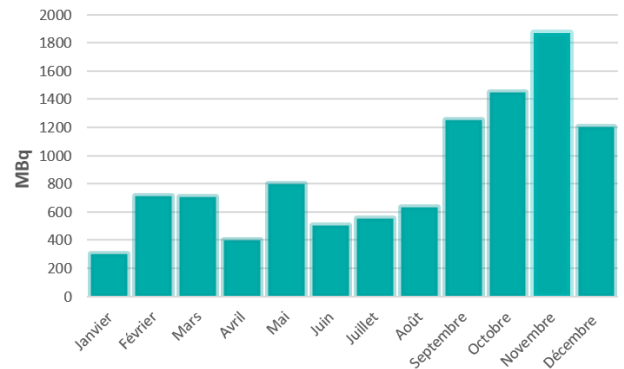
Pour le **tritium**, principal radionucléide détecté, on constate que les quantités rejetées restent globalement du même ordre de grandeur depuis cinq ans avec une baisse notable en 2017 et 2018, en correspondance avec les variations des rejets de la station de traitement des effluents liquides radioactifs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

Les rejets par bâchées des installations nucléaires en 2019 ont généré 3,0 GBq, à comparer aux 10,8 GBq mesurés en sortie de centre. Les 7,8 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.

Activité tritium des eaux en sortie de site (R7) de 2015 à 2019 (MBq)

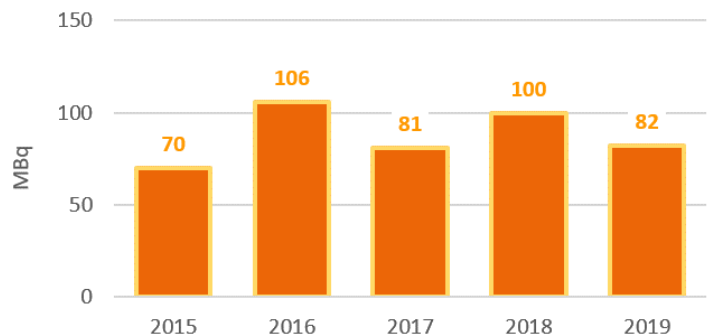


Répartition mensuelle des émetteurs alpha dans les eaux en sortie de centre (R7)

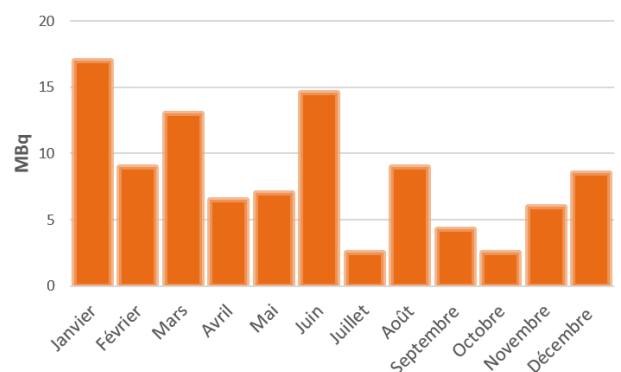


Pour les rejets en **carbone 14**, le cumul annuel annoncé (82 MBq) est très majorant avec la somme des rejets par bâchées effectués par les installations du centre (16 MBq) du fait des cumuls avec des valeurs inférieures ou proches des seuils de décision associés avec de forts volumes.

Activité en carbone 14 des eaux en sortie de site (R7) de 2015 à 2019 (MBq)



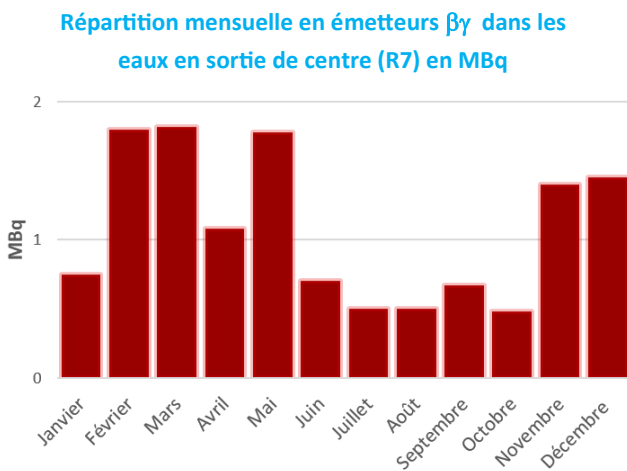
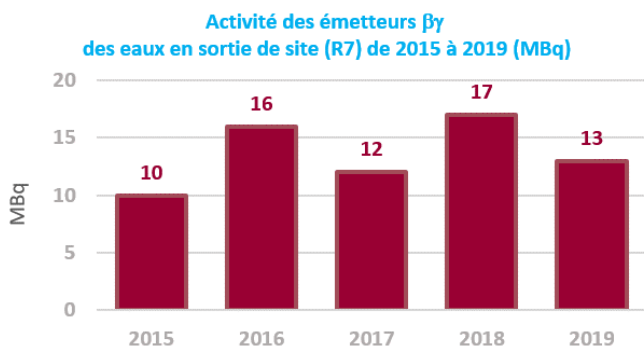
Répartition mensuelle en carbone 14 dans les eaux en sortie de centre (R7)



Les autres émetteurs $\beta\gamma$ 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 1,3 MBq, valeur à comparer à la mesure en sortie de centre (13 MBq), valeur majorant 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.



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.

Concentrations en R5 - Paramètres physico-chimiques

Paramètres	Limite de la décision ASN en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration moyenne en mg/l
M.E.S	50	20	6,7
DBO5	30	10	5,4
DCO	100	40	20
Azote total	30	11	6,6
Phosphore total	5	1,9	0,5
Cyanures	0,05	< 0,01	< 0,01
Sulfates	500	170	105
Fluorures	1	0,33	0,25
Chlorures	200	140	102
Aluminium	1	0,22	0,06
Arsenic	0,005	0,0008	0,0004
Cadmium	0,005	< 0,0002	< 0,0001
Chrome	0,01	< 0,001	< 0,001
Cuivre	0,1	0,010	0,007
Etain	0,02	< 0,001	< 0,001
Fer	1	0,16	0,03
Manganèse	0,2	0,40	0,04
Mercure	0,005	< 0,00009	< 0,00005
Nickel	0,05	0,002	0,0013
Plomb	0,1	0,0014	0,00007
Zinc	0,5	0,052	0,034
Tributylétain	–	–	< 0,00005
Phénols	0,1	< 0,01	< 0,01
Hydrocarbures	2	< 0,10	< 0,10
AOX	0,7	0,28	0,16
Chrome VI	–	–	< 0,005
THM*	1	0,036	0,023

THM : Trichlorométhanes (chloroformes, Bromoformes, Monobromochlorométhane et Dibromochlorométhane)

Le réseau R5 (collecteur général des effluents industriels) présente un seul dépassement de la limite en manganèse (400 mg/l en septembre).

En 2019, le réseau R4 (effluents sanitaires) a fait l'objet de deux dépassements de la limite autorisée en azote total, en février (24 mg/l) pour l'un et en décembre (19 mg/l) pour l'autre.

Volume d'eau rejetée en R4			
Paramètres	Limite de l'AP en mg/l	Volume journalier maximal	Volume journalier moyen
Débit annuel	1 000 m ³	970 m ³	371 m ³

Volume d'eau rejetée en R3		
Paramètres	Limite de l'AP en mg/l	Volume annuel
Débit annuel	2 000 000 m ³	460 613 m ³

Concentrations en R4 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limite de l'AP en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration moyenne en mg/l
pH	5,5 à 8,5	6,6 à 7,9	7,4
M.E.S	35	10	3,3
DBO5	25	7,1	3,3
DCO	125	19	12
Azote total	15	24	7,5
Phosphore total	2	1,0	0,6

Concentrations en R3 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limite de l'AP en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration moyenne en mg/l
pH	5,5 à 8,5	6,2 à 8,0	7,1
M.E.S	35	20	2,8
DBO5	25	8,7	3,3
DCO	125	21	10
Azote total	15	8,8,0	4,2
Phosphore total	2	0,30	0,12
Cyanures	0,1	0,018	0,010
Bromures	10	0,96	0,15
Fluorures	2	0,32	0,16
Nitrates	75	35	16
Aluminium	0,4	0,29	0,06
Arsenic	0,05	0,0006	0,0003
Béryllium	0,002	< 0,0010	< 0,0001
Cadmium	0,005	0,00028	<0,00013
Chrome	0,02	< 0,0010	< 0,0010
Cuivre	0,1	0,0096	0,0045
Etain	0,1	< 0,0010	< 0,0010
Fer	1	0,022	0,006
Manganèse	0,2	0,018	0,006
Mercure	0,005	0,00029	< 0,00007
Nickel	0,05	0,0023	< 0,0012
Plomb	0,05	0,0019	0,0006
Zinc	2	0,041	0,016
Tributylétain	-	-	< 0,00005
Phénols	0,3	< 0,01	< 0,01
Hydrocarbures	0,5	< 0,10	< 0,10
AOX	0,7	0,47	0,23

Volume d'eau rejetée en R8		
Paramètres	Limite de la décision ASN	Volume Annuel
Débit annuel	800 000 m ³	309 348 m ³

Concentrations en R8 - Paramètres physico-chimiques			
Paramètres	Limite de l'ASN en mg/l	Valeur ou concentration maximale en mg/l	Valeur ou concentration moyenne en mg/l
pH	5,5 à 9,5	6,9 à 8,5	7,6
M.E.S	30	22	7,1
DBO5	30	17	24
DCO	100	27	46
Phosphore total	5	1,0	0,3
Cyanures	-	< 0,010	< 0,010
Bromures	10	0,61	0,23
Fluorures	1	0,31	0,19
Aluminium	1	0,26	0,07
Chrome	0,005	< 0,001	< 0,001
Cuivre	0,1	0,009	0,008
Fer	1	0,078	0,03
Nickel	0,05	<0,003	<0,0013
Plomb	0,05	0,0015	0,0008
Zinc	2	0,06	0,032
Tributylétain	-	-	< 0,0005
AOX	1	0,45	0,12
Chrome VI	-	-	< 0,0005

En 2019, les réseaux R3 (eau recyclée) et R8 (ovoïde nord) ne présentent aucun dépassement des limites autorisées.

Concentrations en R7
Paramètres physico-chimiques

Flux en R7
Paramètres physico-chimiques

Paramètres	Unité	Limites de l'arrêté préfectoral	Valeur ou concentration maximale	Valeur ou concentration annuelle moyenne	Paramètres	Unité	Limites mensuelles de l'arrêté préfectoral en kg/mois	Flux mensuel maximal en kg	Limites annuelles de l'arrêté préfectoral en kg/an	Flux annuel en kg
Température	°C	30	3,5 à 29,0	14,6	Limite annuelle du volume des rejets (AP) : 2 000 000 m³ Volume annuel rejeté en 2019 : 1 120 625 m³					
pH		5,5 à 8,5	7 à 8,8	7,8						
Conductivité	µS/cm	-	2 000	709						
M.E.S	mg/l	30	95	16	M.E.S	en kg	1 800	4 850	10 600	19 078
DBO5	mg/l	20	7,2	3,6	DBO5	en kg	2 000	372	10 000	2 522
DCO	mg/l	100	30	14,4	DCO	en kg	5 350	2 334	32 000	15 621
Cyanures	mg/l	0,05	<0,010	<0,010	Cyanures	en kg	4	<1,0	25	<5,6
Bromures	mg/l	10	0,71	0,33	Bromures	en kg	-	45	-	322
Chlorures	mg/l	250	150	77	Chlorures	en kg	-	10 021	-	74 886
Fluorures	mg/l	1,5	0,27	0,19	Fluorures	en kg	-	31	-	209
Sulfates	mg/l	250	170	88	Sulfates	en kg	-	9 931	-	83 447
Ammonium	mg/l	0,5	1,7	0,4	Ammonium	en kg	24	88	140	361
Nitrates	mg/l	75	30	14	Nitrates	en kg	14 000	4 234	84 000	18 236
Nitrites	mg/l	0,5	0,24	0,12	Nitrites	en kg	57	39	340	147
Azote total	mg/l	30	7,3	4,1	Azote total	en kg	6 000	1 030	36 000	4 897
Phosphore	mg/l	2	0,23	0,15	Phosphore total	en kg	100	37	600	154
Aluminium*	mg/l	0,4	0,40	0,13	Aluminium*	en kg	140	78	800	179
Arsenic*	mg/l	0,005	0,00080	0,00059	Arsenic*	en kg	0,4	0,16	2	0,71
Béryllium*	mg/l	0,002	<0,00010	<0,00010	Béryllium*	en kg	0,2	<0,010	1	<0,056
Bore*	mg/l	0,12	0,047	0,032	Bore*	en kg	16	4,7	80	33
Cadmium*	mg/l	0,005	0,00013	0,00011	Cadmium*	en kg	0,6	0,010	3,5	0,07
Chrome*	mg/l	0,005	<0,0010	<0,0010	Chrome*	en kg	0,4	<0,10	2	<0,56
Cuivre*	mg/l	0,1	0,011	0,006	Cuivre*	en kg	5	0,77	30	6,0
Étain*	mg/l	0,02	<0,0010	<0,0010	Étain*	en kg	4	<0,10	20	<0,6
Fer*	mg/l	1	0,26	0,05	Fer*	en kg	50	51	300	83
Manganèse*	mg/l	0,2	0,0130	0,008	Manganèse*	en kg	5	0,76	30	5,7
Mercure*	mg/l	0,005	<0,00005	<0,000050	Mercure*	en kg	0,2	<0,005	1	<0,028
Nickel*	mg/l	0,02	0,0013	0,0011	Nickel*	en kg	2,5	0,23	15	1,1
Plomb*	mg/l	0,02	0,0029	0,0011	Plomb*	en kg	2,5	0,52	15	1,3
Zinc*	mg/l	2	0,028	0,018	Zinc*	en kg	140	4,1	800	21
AOX	mg/l	0,7	0,43	0,11	AOX	en kg	-	21	-	90
Phénols	mg/l	0,5	<0,010	<0,010	Phénols	en kg	-	<1,0	-	<5,6
Hydrocarbures	mg/l	0,5	0,27	0,12	Hydrocarbures	en kg	-	19	-	76

* 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 effectués 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.

En 2019, plusieurs dépassements ont été observés au point de surveillance R7 en sortie de centre :

- le pH : quelques dépassements ponctuels (max 8,8) durant le mois d'avril en relation avec la sortie du plan d'eau de Villiers en raison du bloom planctonique saisonnier ,
- les MES (Matières en suspension) : des dépassements réguliers de la limite en concentration en relation avec des évènements pluvieux avec un maximum en mars (95 mg/l), des dépassements des limites mensuelles (février, mars,

novembre et décembre) et annuelles de flux à compter du mois de juin 2019 en raison de la forte pluviométrie et des importants volumes d'eaux ayant transité dans l'Aqueduc des Mineurs,

- L'Ammonium : des dépassements des limites en flux mensuel aux mois de janvier, février et octobre et du flux annuel à partir du mois d'août ainsi que trois dépassements des limites en concentration aux mois de janvier, octobre et novembre.





C215 n° 6

IMPACT DES REJETS

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 influencer 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 diffé-

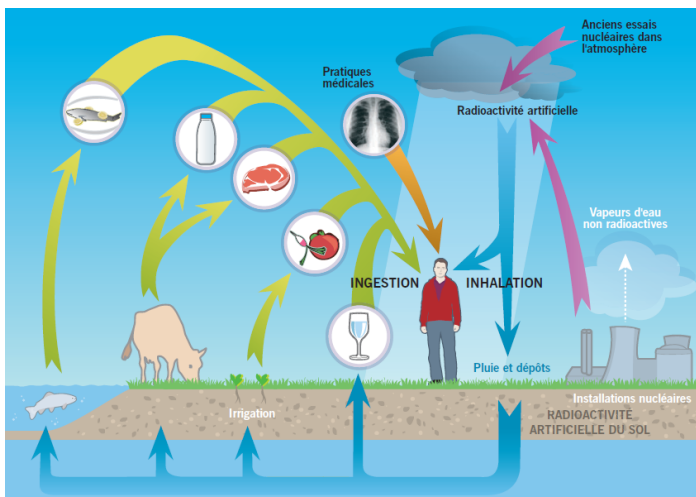
rentes voies d'exposition de l'homme sont les suivantes :

- 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 situé à une distance correspondant approximativement au point de retombée maximale des rejets gazeux pour les conditions météorologiques les plus probables.



LOCALISATION ET HAUTEUR DES REJETS

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).

HYPOTHÈSES PARTICULIÈRES 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 m³/h pour l'adulte et de 0,25 m³/h pour l'enfant de 1 à 2 ans. L'activité inhalée, liée à la remise en suspension, est négligeable face à celle du panache ;

Exposition interne par ingestion de produits d'origine végétale et animale : les calculs effectués font intervenir d'une part les mécanismes de transfert des radionucléides de l'atmosphère aux végétaux puis aux produits animaux, d'autre part la consommation des produits d'origine locale. Le transfert d'activité aux végétaux s'effectue soit directement par captation des aérosols et des gouttes de pluie par le couvert végétal, soit indirectement par voie racinaire à partir du sol. Lorsque le produit consommé est un fruit, un tubercule ou une racine, il est tenu compte des transferts internes à la plante.

L'incorporation par les animaux des radionucléides rejetés s'effectue essentiellement par l'ingestion des végétaux (herbes, maïs).



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. Vient 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 2019, l'impact des rejets gazeux réels du centre au Christ-de-Saclay est de 0,5 μSv , valeur la plus faible enregistrée depuis 5 ans en raison de la baisse des rejets en carbone 14 gazeux et gaz rares.

Impact des rejets gazeux du site CEA Paris-Saclay en $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour la période 2015-2019

Christ-de-Saclay	2015	2016	2017	2018	2019
Tritium	0,24	0,22	0,19	0,10	0,12
Gaz rares	0,31	0,29	0,19	0,10	0,12
C14 gazeux	0,16	0,54	0,23	0,59	0,18
Halogènes	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aérosols	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Total	0,73	1,1	0,63	0,81	0,47

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 20 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 re-

jet 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 2019, 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 2,8 µSv, en augmentation par rapport à 2018 en raison d'une modification des coefficients de calcul pour les émetteurs alpha. Les contributeurs principaux de l'impact pour ce groupe de référence sont le carbone 14 (30 %), le césium 137 (30 %) et le strontium 90 (23%) en raison de l'ingestion directe de produits animaux.

À cette dose de 2,8 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 de 0,01 µSv.

Impact des rejets liquides du site CEA Paris-Saclay en µSv/an période 2015-2019

Exploitant	2015	2016	2017	2018	2019
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

Pêcheur	2015	2016	2017	2018	2019
Émetteurs alpha	0,10	0,12	0,07	0,15	2,30
Tritium	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Carbone 14	0,21	0,33	0,25	0,32	0,31
Autres émetteurs β-γ	0,07	0,12	0,09	0,13	0,12
Total	0,41	0,60	0,42	0,61	2,75

IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX

Pour 2019, 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 ou encore de l'exposition moyenne de la population française de 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an dus aux expositions naturelles et 1,6 mSv/an dus à l'exposition médicale (source Rapport IRSN / 2015-00001).

À cette dose de 3,2 µSv doit être ajoutée une dose de 0,03 µSv due à l'impact de l'installation nucléaire de base n° 29 de CIS Bio International (0,03 µSv en 2018).

L'augmentation de l'impact en 2019, par rapport à 2018 est due principalement à la modification des coefficients de calcul et à l'augmentation des rejets liquides en plutonium ainsi que celle du carbone 14 gazeux de l'installation effectuant des recherches sur les molécules marquées.

Impact des rejets liquides et gazeux du site CEA Paris-Saclay

Pêcheur résidant au Christ-de-Saclay	2015	2016	2017	2018	2019
Impact rejets gazeux	0,73	1,1	0,63	0,81	0,47
Impact rejets liquides	0,41	0,60	0,42	0,61	2,75
Impact maximal	1,1	1,7	1,1	1,4	3,2

en µSv/an période 2015-2019

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 site 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 restent 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 quo-

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

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

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

Le risque sanitaire dû aux rejets 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 fréquence des prélèvements



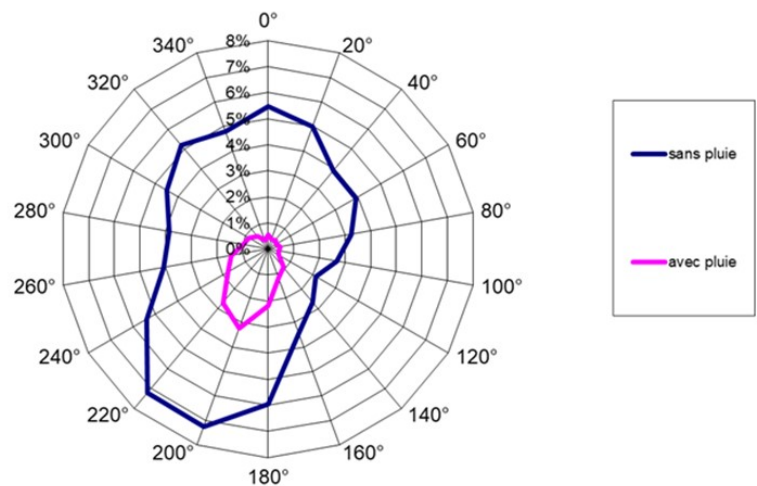
- | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------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

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.

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 2019. Elle met en évidence des vents dominants provenant du secteur Sud-Ouest (200°-240°) et Nord-Ouest (320°-20°).

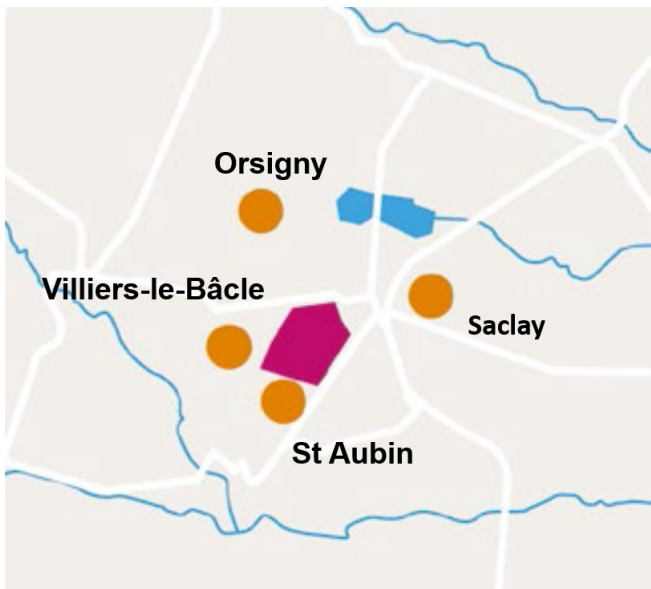


Rose des vents 2019 toutes vitesses confondues en fonction des types de temps

LA SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

La surveillance atmosphérique des rejets dans l'environnement est réalisée à partir des mesures effectuées dans les quatre stations fixes implantées en périphérie du centre. Ces quatre stations sont 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 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, les stations du Val d'Albian, et du Moulon situées respectivement à 4 km au nord/nord-est et 2 km au sud-est ont été arrêtées définitivement et n'apparaissent plus sur la carte.



Pour les gaz rares, l'activité est essentiellement due au radon (fluctuations de quelques Bq/m³ à quelques dizaines de Bq/m³). En 2019, 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 (³H ou T) atmosphérique est recherché au niveau de quatre stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny.

En raison de la faible énergie de son rayonnement, le tritium n'est pas détectable en temps réel

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

En 2019, 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 0,2 Bq/m³.

Moins de 3 % des mesures sont significatives et la valeur maximale en HT (2,1 Bq/m³) a été mesurée en février 2019 à la station de Villiers-le-Bâcle et la valeur maximale en HTO (0,70 Bq/m³) a aussi été mesurée en février 2019 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 0,22 Bq/m³.



Le carbone 14 est mesuré sous les vents dominants au niveau de la station de Saclay avec un barboteur spécifique comportant une solution d'hydroxyde de sodium. Depuis janvier 2015, une nouvelle technique de mesure bas niveau permet d'apprécier les fluctuations autour du niveau naturel de ¹⁴C dans l'air (0,05 Bq/m³). Les mesures du ¹⁴C sous forme CO₂ sont comprises entre 0,028 et 0,064 Bq/m³.

Les iodes, dont le principal isotope radioactif est l'iode 131, sont surveillés au niveau des 4 stations : Saclay, Saint-Aubin, Villiers-le-Bâcle et Orsigny. Cette surveillance est assurée par des prélèvements en continu avec un débit d'aspiration de l'ordre de 3 m³/h à travers une cartouche contenant du charbon actif piégeant les iodes.

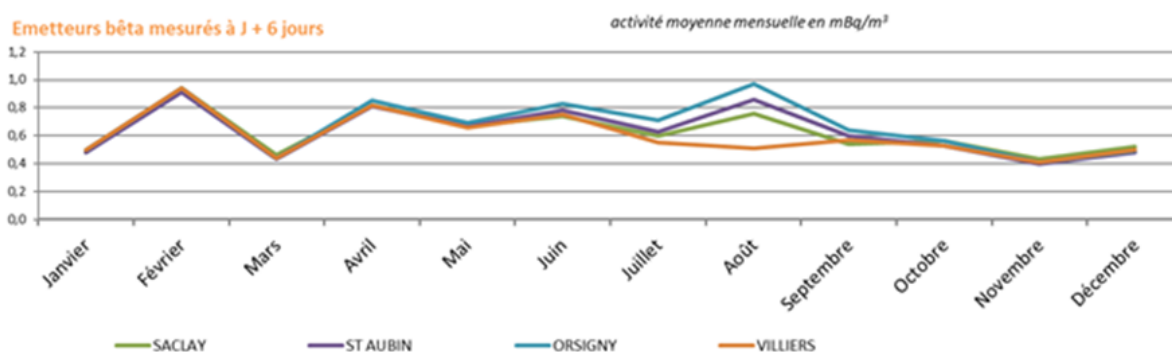
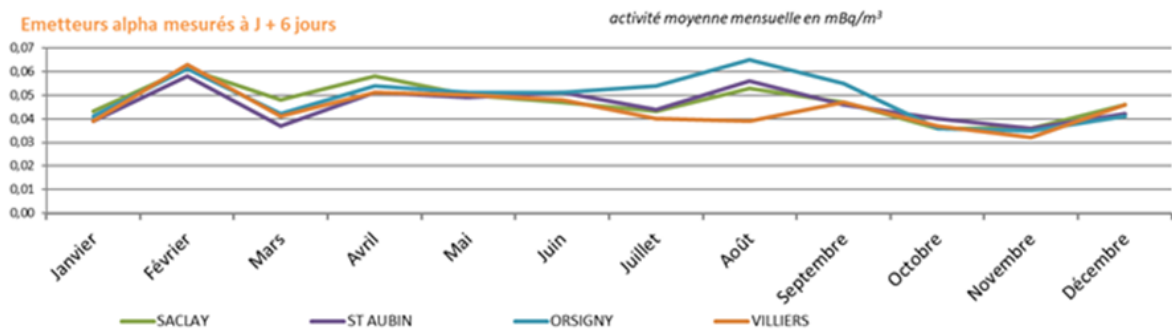
Ces cartouches, changées hebdomadairement, sont ensuite mesurées en différé par spectrométrie gamma. En 2019, tous les résultats de mesures d'iode sont restés inférieurs aux seuils de décision, compris entre 0,2 et 0,9 mBq/m³ (millièmes de Bq/m³).

Concernant les autres émetteurs bêta-gamma susceptibles d'être présents dans l'air, une recherche est effectuée dans chacune des quatre stations de surveillance atmosphérique sur les aérosols (poussières). Ces aérosols sont prélevés en continu sur des filtres par pompage de l'air à raison d'environ 60 Nm³/h avec changement des filtres toutes les 24 heures. Des mesures par comptage alpha et bêta global sont réalisées à J + 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'empoussièrisme de l'air.

Les activités moyennes mensuelles (mesures à J + 6 jours) ont été portées sur les figures ci-dessous, en mBq/m³ d'air (millième de Bq/m³), aussi bien pour les émetteurs alpha que pour les émetteurs bêta.

Aucun radionucléide artificiel n'est détecté par spectrométrie gamma, toutes les valeurs restent systématiquement inférieures aux seuils de mesure des appareils même si les techniques utilisées permettent aujourd'hui d'apprécier le µBq/m³, soit un millionième de becquerel par mètre cube d'air en regroupant tous les filtres du mois pour une mesure.



LES EAUX DE PLUIE

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

En 2019, 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 < 2,6 et 70 Bq/l. Les valeurs significatives ponctuellement observées à Saclay (70 Bq/l en Novembre) et à St Aubin (54 Bq/l en novembre)

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 : 830 Bq/l en novembre pour une activité moyenne de 43 Bq/l). A titre de comparaison, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande pour l'eau potable une valeur limite en tritium de 10 000 Bq/l.

Le tableau ci-après rassemble l'ensemble des mesures tritium réalisées sur les eaux de pluie en 2019.

2019	Hauteur moyenne des précipitations (en 1/10 mm)	Activité tritium des précipitations à Saclay (en Bq/l)	Activité tritium des précipitations à St Aubin (en Bq/l)	Activité tritium des précipitations Orphée (en Bq/l)	Hauteur des précipitations Saclay (1/10 mm)	Hauteur des précipitations St Aubin (1/10 mm)
janvier	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	222	< 3,0	< 3,0	-	226	217
Février	352	< 3,1	< 3,1	< 3,2	345	358
	205	< 3,0	< 3,2	7,4	214	195
	184	< 3,3	< 2,6	6,3	177	190
Mars	-	-	-	< 4,1	-	-
	-	-	-	-	-	-
	318	< 2,8	< 2,8	-	312	324
Avril	261	< 3,3	< 3,3	< 2,9	234	288
	85	< 3,8	< 2,7	< 4,9	79	90
	-	-	-	-	-	-
Mai	80	-	-	-	69	90
	9	< 3,4	< 3,5	-	11	7
	5	-	-	< 3,1	6	4
juin	143	< 3,0	< 3,2	-	135	150
	188	< 2,9	< 2,9	< 3,9	160	216
	779	< 2,9	< 2,9	< 2,9	747	811
juillet	42	-	-	< 5,0	50	33
	39	< 3,0	< 2,9	-	30	47
	308	< 2,8	< 2,5	6,2	271	344
Août	120	< 2,9	< 2,8	< 3,4	126	113
	66	-	-	< 3,3	53	78
	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-
	0,2	-	-	-	0,1	-
	7	< 3,3	< 3,2	-	7,1	0,2
Octobre	13	< 3,2	< 3,2	< 3,2	13	7,5
	139	< 3,4	< 3,4	-	145	12
	274	< 3,0	< 3,0	< 2,9	265	133
Novembre	159	< 2,7	< 2,7	6,4	166	152
	2	-	-	< 4,2	2	-
	7	-	-	-	9	4
Décembre	1	-	-	-	-	1
	-	-	-	-	314	339
	327	< 2,9	< 2,9	-	157	153
Moyenne	155	< 3,3	< 3,4	7	186	187
	187	< 3,2	< 3,2	< 3,3	305	365
	335	< 3,4	< 3,3	210	255	274
MAX	265	< 3,2	< 3,2	6,3	242	259
	251	< 3,5	< 3,6	98	256	256
	256	< 3,3	< 3,2	830	163	181
cumul (mm/an)	172	70	54	7,2	273	275
	274	< 3,1	< 3,1	29	70	76
	73	-	-	-	530	477
Moyenne	504	< 3,2	< 3,1	< 3,3	377	364
	371	< 3,3	< 3,3	6,3	174	190
	182	< 3,0	< 3,0	< 3,0	-	-
MAX	-	5,3	4,7	43	715	754
	-	70	54	830	-	-
cumul (mm/an)	-	735	-	-	-	-

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 : 250 à 390 Bq/kg pour le potassium 40, 17 à 36 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 0,8 et 2,6 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 2019 (en Bq/kg sec)

Stations	Saclay	St Aubin	Villiers-le-Bâcle	Moulon	Orsigny
	12/06	16/07	07/05	11/09	12/04
Potassium 40	310	280	250	330	390
Uranium 238	21	20	17	26	36
Radium 226	29	26	20	40	46
Plomb 210	35	82	98	51	40
Actinium 228	26	22	20	36	39
Césium 137	0,88	2,3	1,1	0,8	2,6

Incertitudes de mesures : 20 à 30%

LES HERBES DU PLATEAU

Des herbes sont prélevées chaque mois dans les 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 120 et 400 Bq/kg frais).

Du tritium peut être détecté (19 % des mesures) avec des concentrations comprises entre < 1,8 et 97 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. Les valeurs de 27 et 97 Bq/kg frais ont été détectées sur des prélèvements d'herbe réalisés en décembre respectivement à proximité de la station de Saint Aubin et Villiers-le-Bâcle, en concordance avec les mesures sur les pluies du mois de novembre.

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 C₁₄ 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 du plateau de Saclay en 2019 (en Bq/kg frais)

Mois	Saclay - Bq/kg frais		Saint-Aubin - Bq/kg frais		Villiers le Bâcle - Bq/kg frais		Orsigny - Bq/kg frais	
	Potassium 40	Tritium libre	Potassium 40	Tritium libre	Potassium 40	Tritium libre	Potassium 40	Tritium libre
Janvier	170	< 2,6	170	4,8	150	< 2,0	150	< 2,1
Février	190	< 2,3	230	< 2,4	210	< 2,5	210	< 2,2
Marx	160	< 2,0	120	< 2,2	130	< 2,2	130	< 2,2
Avril	190	< 2,5	260	< 2,1	180	< 2,1	180	< 2,2
Mai	220	< 2,5	230	< 2,5	210	< 2,5	210	< 2,5
Juin	150	< 2,3	190	< 2,2	180	< 2,1	180	< 2,0
Juillet	230	< 2,0	240	< 2,0	210	< 2,2	210	< 1,8
Août	170	5	150	2,9	160	2,8	160	2,4
Septembre	370	< 1,9	310	< 2,0	260	< 2,3	260	< 2,1
Octobre	210	< 2,5	230	< 2,3	220	< 2,2	220	< 2,1
Novembre	150	< 2,6	170	< 2,6	150	< 2,6	150	< 2,6
Décembre	230	11	220	27	250	97	250	4,4
Fluctuations	150 à 370	<1,9 à 11	120 à 310	< 2,0 à 27	130 à 260	<2,0 à 97	130 à 260	<1,8 à 4,4

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 du CEA Paris-Saclay. Les mesures révèlent une présence majoritaire de potassium 40, naturel, avec des valeurs comprises entre 38 et 140 Bq/kg frais selon la nature des fruits ou des légumes.

Aucune trace de césium 137 n'est détectée. Le seul radionucléide artificiel présentant parfois une activité mesurable est le tritium dont les valeurs sont comprises entre < 2,6 et 20 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 ¹⁴C lié au niveau du ¹⁴C 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 2019 (en Bq/kg frais)

Mois	Lieu	Type	Potassium 40	Tritium libre	Césium 137
Avril	Viltain	Poireaux	110	< 2,6	< 0,059
Mai	Viltain	Rhubarbe	38	7,2	< 0,019
Juin	Trubuil	Courgette	76	5	< 0,028
Juillet	Viltain	Fraises	65	20	< 0,053
Août	Trubuil	Tomates	69	8,8	< 0,028
Septembre	Trubuil	Carottes	140	< 4,6	< 0,073
Octobre	Viltain	Choux	100	< 3,5	< 0,68
Novembre	Trubuil	Potiron	98	< 2,7	< 0,093

LE LAIT

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

Le seul élément radioactif mesuré systématiquement est le potassium 40 d'origine naturelle avec une activité comprise entre 51 et 56 Bq/l. Seules quelques traces de tritium libre (3 à 16 Bq/l) sont parfois mesurées sur le lait des fermes de Viltain et Coubertin en lien avec l'eau potable fournie aux vaches laitières ainsi que du ^{14}C lié en accord avec les fluctuations du niveau naturel (220-230 Bq/kg) en tenant compte des incertitudes de l'ordre de 50 %.



L'IRRADIATION AMBIANTE

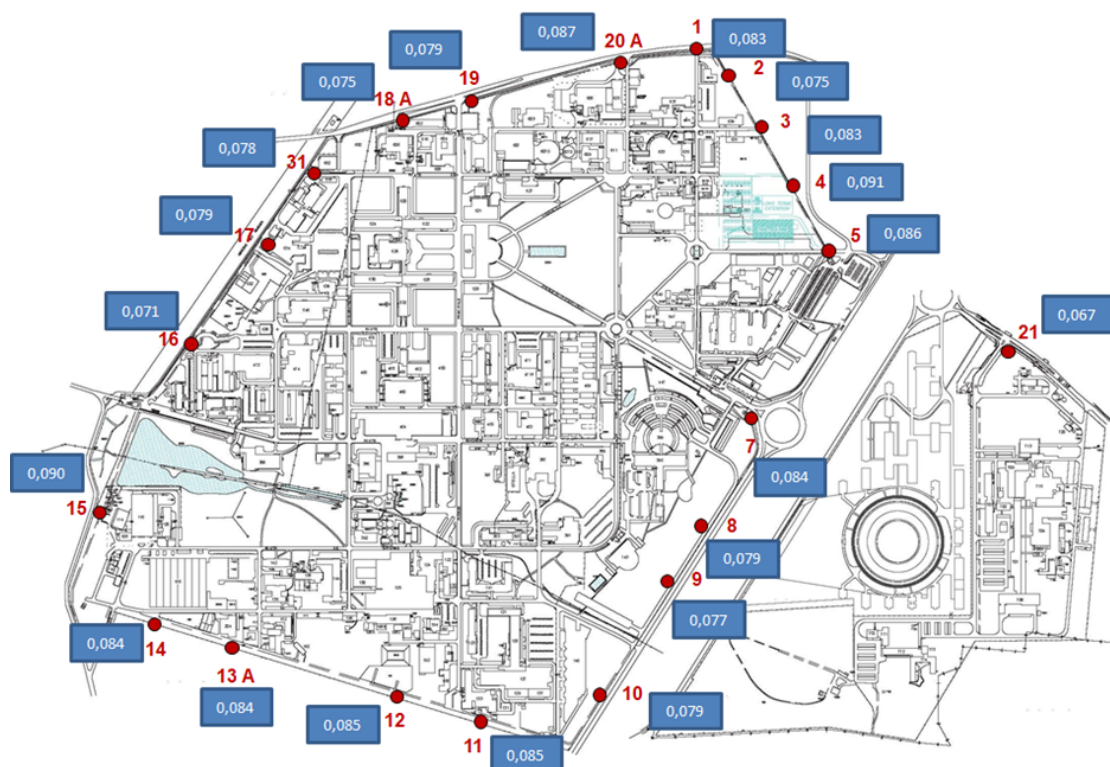
L'irradiation ambiante provient de deux origines différentes, naturelle pour celle due aux rayonnements cosmiques et telluriques, anthropique pour

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 clôture de la société Curium/Cis Bio. Ces dosimètres intègrent la dose sur une période mensuelle.

Les débits d'équivalent de dose mesurés pour 2019 par les dosimètres situés en limite de site sont comparables ou proches du bruit de fond naturel (entre 0,07 et 0,09 $\mu\text{Sv/h}$).

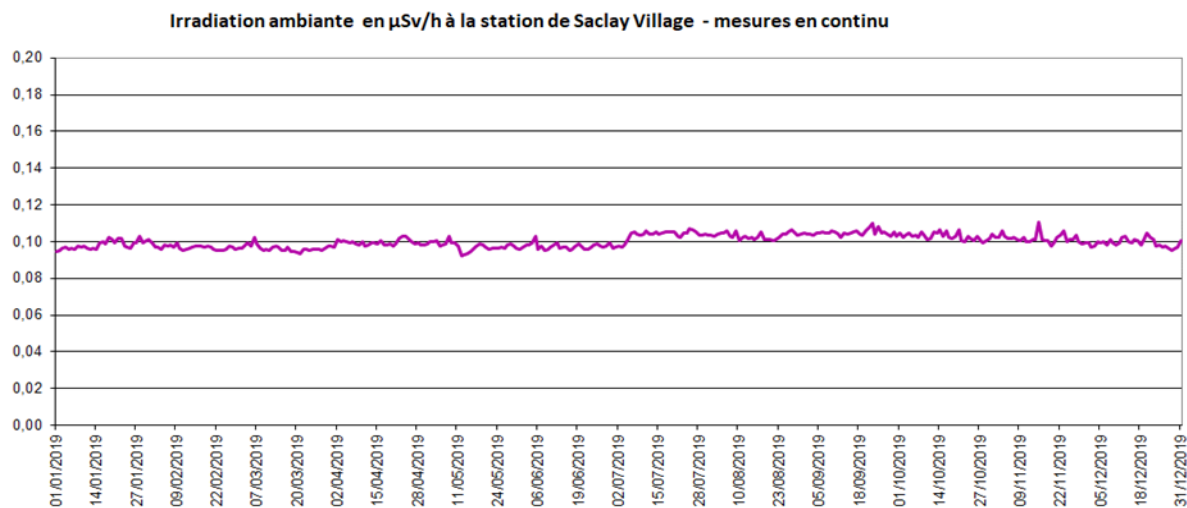
Au niveau des 4 stations périphériques encadrant le centre CEA de Saclay, le débit de dose est aussi mesuré en continu par une sonde gamma (compteurs Geiger-Müller). Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous, les incertitudes sur les mesures étant de l'ordre de 20 %.

STATIONS	Débit d'équivalent de dose annuel moyen en $\mu\text{Sv/h}$ Mesure par sonde gamma
<i>Saclay</i>	0,100
<i>Saint-Aubin</i>	0,105
<i>Villiers-le-Bâcle</i>	0,102
<i>Orsigny</i>	0,101



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

À titre 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 $\mu\text{Sv/h}$, mesure en haut d'un mât de 10 mètres.



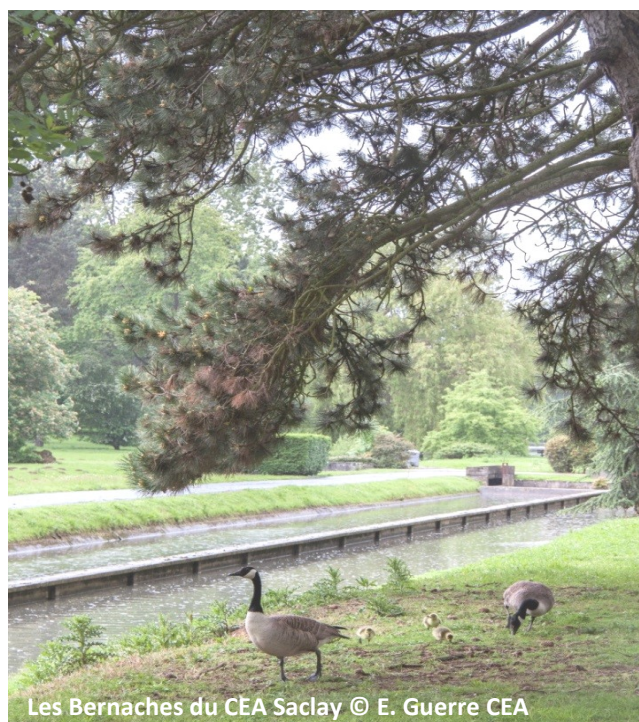
LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DE SURFACE

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 (SITUÉ À L'INTÉRIEUR DU SITE CEA)

Une surveillance annuelle est requise afin de suivre la qualité physico-chimique des eaux. Les analyses du prélèvement du 15 mai 2019, récapitu-

tulées ci-après, ne révèlent pas d'anomalie particulière .



Mesures physico-chimiques du plan d'eau de Villiers (en mg/l du 15/05/2019)

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 ($^{\circ}\text{C}$)
39	12	<3	1,6	0,17	0,03	23,0	0,26	9,5	8,5	14	16

LES EAUX DE L'AQUEDUC DES MINEURS ET DES ÉTANGS DE SACLAY

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.

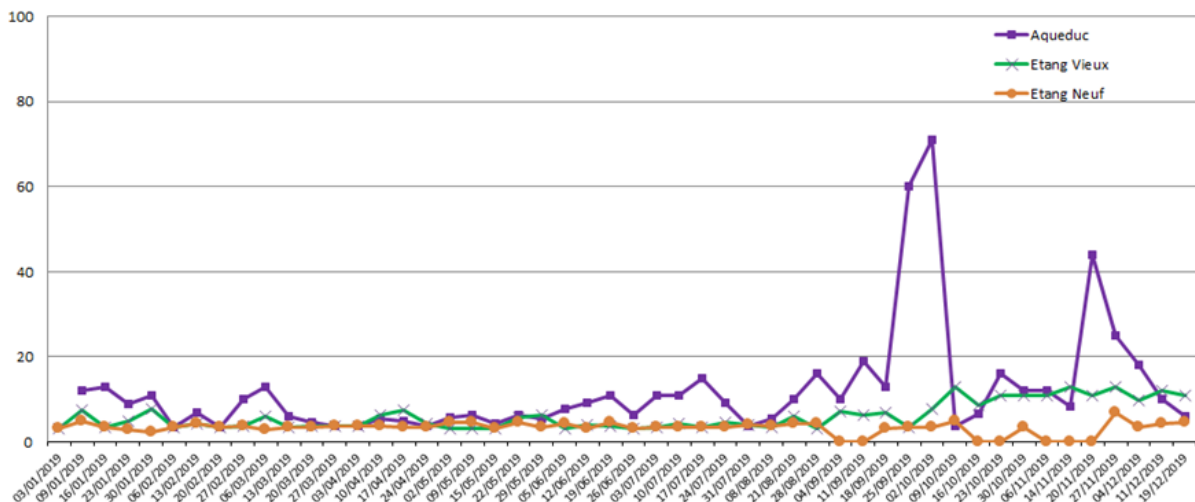
Du point de vue de la radioactivité, les mesures d'activité globale alpha (inférieures ou proches du seuil de décision de l'ordre de 0,05 Bq/l) et bêta (de l'ordre de 0,1 Bq/l) sont représentatives des valeurs naturelles observées dans les eaux de surface.

Le tritium, mesuré de façon hebdomadaire, se situe à de très faibles concentrations, avec des valeurs moyennes annuelles de l'ordre de 12 Bq/l pour le point de déversement de l'aqueduc, 6 Bq/l pour l'étang Vieux et 3 Bq/l pour l'étang Neuf.

La valeur maximale relevée en sortie de site a été mesurée le 2 octobre 2019 (71 Bq/l au point S1 : sortie Aqueduc des Mineurs). Cette valeur est rapport avec le rejet concerté autorisé de l'INB 35, comme déjà indiqué au chapitre 5.

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 Juillet avec 0,004 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.

Tritium hebdomadaire (en Bq/l)



Mesures mensuelles du césium 137 et du strontium 90 en Bq/m3 dans les étangs Vieux et Neuf de Saclay

	Etang Vieux		Etang Neuf	
	Césium 137	Strontium 90	Césium 137	Strontium 90
Janvier	< 0,8	2,3	< 0,6	2,5
Février	0,8	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Mars	1,6	4,4	< 0,8	< 1,9
Avril	2,7	2,3	< 0,7	< 3,1
Mai	2,2	< 0,9	< 0,6	2,1
Juin	1,2	2,1	< 0,7	2
Juillet	4,1	1,9	< 0,6	1,7
Août	2,7	2,3	< 0,9	2,4
Septembre	2,9	3,1	< 1,2	< 2,7
Octobre	1,4	3,7	< 1,0	< 3,0
Novembre	< 0,8	3,0	< 4,0	< 2,5
Décembre	< 1,1	2,0	< 0,9	2,1
Moyenne	1,9	2,4	< 1,1	2,2

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).



Ru de l'aqueduc des Mineurs avant rejet dans l'Etang Vieux

Analyses chimiques mensuelles dans S1 (débouché aqueduc dans étang Vieux) en 2019													
Paramètres	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	
pH	-	7,8	7,9	7,3	7,5	8,2	8,1	8,5	7,9	7,7	8,3	7,6	7,8
Potassium	mg/l	7,9 ± 12 %	4,3 ± 15 %	4,4 ± 15 %	6,9 ± 12 %	3,5 ± 17 %	5,5 ± 13 %	9,8 ± 12 %	7,5 ± 12 %	11 ± 12 %	7,8 ± 12 %	5,0 ± 14 %	3,8 ± 16 %
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Aluminium	µg/l	35 ± 15 %	36 ± 15 %	43 ± 18 %	210 ± 15 %	56 ± 15 %	33 ± 15 %	60 ± 15 %	240 ± 15 %	60 ± 15 %	69 ± 15 %	50 ± 18 %	41 ± 25 %
Arsenic	µg/l	0,58 ± 21 %	0,63 ± 14 %	0,55 ± 17 %	0,72 ± 14 %	0,68 ± 8 %	0,49 ± 13 %	0,66 ± 16 %	0,65 ± 15 %	0,33 ± 22 %	0,41 ± 16 %	0,60 ± 22 %	0,51 ± 18 %
Bore	µg/l	37 ± 11	23 ± 15 %	21 ± 13 %	37 ± 13 %	25 ± 10 %	38 ± 11 %	50 ± 10 %	41 ± 10 %	37 ± 18 %	21 ± 18 %	26 ± 18 %	23 ± 11 %
Béryllium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cadmium	µg/l	0,11 ± 12 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,18 ± 11 %	0,10 ± 10 %	0,13 ± 14 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	3,6 ± 13 %	3,6 ± 14 %	2,2 ± 18 %	4,0 ± 11 %	2,0 ± 6 %	6,1 ± 13 %	8,5 ± 9 %	4,9 ± 8 %	5,2 ± 13 %	3,8 ± 16 %	2,0 ± 15 %	2,7 ± 21 %
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	11 ± 15 %	36 ± 11 %	23 ± 16 %	20 ± 13 %	34 ± 11 %	5,9 ± 9 %	6,6 ± 13 %	9,1 ± 9 %	5,3 ± 14 %	34 ± 20 %	35 ± 18 %	33 ± 19 %
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,060 ± 18 %	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganèse	µg/l	11 ± 16 %	11 ± 11 %	5,4 ± 13 %	5,1 ± 12 %	6,7 ± 7 %	13 ± 8 %	14 ± 10 %	19 ± 14 %	6,8 ± 11 %	5,5 ± 15 %	8,8 ± 18 %	6,1 ± 18 %
Nickel	µg/l	1,4 ± 17 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2 ± 16 %	1,1 ± 13 %	< 1,0	1,1 ± 14 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	1,1 ± 12 %	< 0,50	0,56 ± 12 %	1,7 ± 16 %	< 0,50	0,63 ± 10 %	1,2 ± 13 %	0,89 ± 16 %	1,1 ± 20 %	0,79 ± 27 %	0,91 ± 17 %	0,76 ± 15 %
Etain	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Uranium	µg/l	0,41 ± 8 %	0,68 ± 16 %	0,56 ± 9 %	0,84 ± 14 %	0,67 ± 7 %	0,30 ± 14 %	0,15 ± 9 %	0,39 ± 8 %	< 0,10	< 0,10	0,28 ± 16 %	0,38 ± 11 %
Zinc	µg/l	25 ± 13 %	19 ± 12 %	14 ± 13 %	14 ± 10 %	7,4 ± 7 %	19 ± 13 %	15 ± 10 %	7,2 ± 9 %	13 ± 11 %	21 ± 15 %	24 ± 17 %	24 ± 19 %
AOX	mg/l	-	-	-	-	-	-	0,23 ± 16 %	-	-	-	-	-
TBP	µg/l	-	-	-	-	-	-	< 0,10	-	-	-	-	-
Fluoranthène	µg/l	-	-	-	-	-	-	0,0070 ± 28 %	-	-	-	-	-

Analyses chimiques mensuelles dans étang Vieux en 2019													
Paramètres	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	
pH	-	8,1	8,1	8,8	8,2	8,8	8,4	9,6	7,9	8,6	8,2	8,0	8,9
Potassium	mg/l	6,3 ± 13 %	5,3 ± 13 %	5,3 ± 13 %	5,8 ± 13 %	5,2 ± 14 %	5,5 ± 13 %	3,3 ± 18 %	4,0 ± 16 %	8,3 ± 12 %	3,9 ± 16 %	6,7 ± 12 %	5,9 ± 13 %
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,18 ± 22 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Aluminium	µg/l	17 ± 15 %	15 ± 22 %	40 ± 22 %	23 ± 15 %	130 ± 17 %	18 ± 15 %	510 ± 27 %	62 ± 21 %	12 ± 18 %	40 ± 15 %	40 ± 17 %	35 ± 26 %
Arsenic	µg/l	1,1 ± 19 %	0,96 ± 16 %	0,91 ± 17 %	1,4 ± 11 %	1,3 ± 9 %	1,7 ± 10 %	4,8 ± 11 %	3,8 ± 15 %	1,5 ± 18 %	1,7 ± 15 %	1,5 ± 17 %	1,1 ± 16 %
Bore	µg/l	32 ± 11 %	27 ± 12 %	23 ± 13 %	31 ± 13 %	30 ± 11 %	35 ± 11 %	43 ± 10 %	45 ± 10 %	43 ± 19 %	44 ± 18 %	37 ± 22 %	31 ± 11 %
Béryllium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	< 1,0	2,4 ± 15 %	1,1 ± 23 %	2,0 ± 11 %	1,7 ± 6 %	5,7 ± 13 %	5,5 ± 9 %	1,6 ± 9 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,8 ± 22 %
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	11 ± 15 %	8,7 ± 13 %	24 ± 18 %	16 ± 13 %	73 ± 11 %	14 ± 9 %	430 ± 22 %	20 ± 9 %	8,7 ± 18 %	19 ± 14 %	31 ± 16 %	24 ± 19 %
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Manganèse	µg/l	5,2 ± 16 %	5,5 ± 12 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	14 ± 8 %	10 ± 11 %	< 5,0	8,7 ± 16 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Nickel	µg/l	1,1 ± 18 %	< 1,0	< 1,0	1,3 ± 14 %	1,1 ± 12 %	1,5 ± 15 %	1,5 ± 13 %	< 1,0	1,0 ± 18 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,5 ± 13 %	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Etain	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Uranium	µg/l	0,66 ± 8 %	0,53 ± 13 %	0,66 ± 10 %	0,92 ± 14 %	0,67 ± 7 %	0,56 ± 14 %	0,66 ± 9 %	0,51 ± 8 %	0,62 ± 14 %	0,82 ± 17 %	0,77 ± 20 %	0,59 ± 11 %
Zinc	µg/l	< 5,0	5,2 ± 12 %	< 5,0	5,8 ± 10 %	< 5,0	6,2 ± 13 %	14 ± 10 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
AOX	mg/l	-	-	-	-	-	-	0,024 ± 28 %	-	-	-	-	-
TBP	µg/l	-	-	-	-	-	-	< 0,10	-	-	-	-	-
Fluoranthène	µg/l	-	-	-	-	-	-	< 0,0050	-	-	-	-	-

Analyses chimiques mensuelles dans étang Neuf en 2019

Paramètres	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
pH	7,8	7,9	7,4	7,5	8,8	8,2	9,3	8,2	8,7	nm	8,0	7,7
Potassium	7,0 ± 12 %	6,3 ± 13 %	6,3 ± 13 %	6,6 ± 13 %	5,9 ± 13 %	4,9 ± 14 %	4,9 ± 14 %	6,4 ± 13 %	7,4 ± 12 %	nm	6,7 ± 12 %	6,6 ± 13 %
Hydrocarbures	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,18 ± 22 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	nm	< 0,10	< 0,10
Cyanures	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	nm	< 10	< 10
Indice phénols	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	nm	< 10	< 10
Aluminium	< 10	13 ± 18 %	13 ± 19 %	25 ± 15 %	61 ± 15 %	14 ± 18 %	15 ± 19 %	17 ± 25 %	17 ± 15 %	nm	180 ± 19 %	29 ± 29 %
Arsenic	0,83 ± 27 %	0,78 ± 18 %	0,75 ± 13 %	1,2 ± 10 %	1,2 ± 13 %	1,5 ± 9 %	2,2 ± 17 %	2,3 ± 17 %	1,7 ± 11 %	nm	1,5 ± 19 %	1,2 ± 21 %
Bore	37 ± 11 %	32 ± 12 %	26 ± 13 %	34 ± 13 %	33 ± 11 %	37 ± 11 %	43 ± 10 %	48 ± 11 %	45 ± 18 %	nm	37 ± 19 %	39 ± 16 %
Béryllium	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	nm	< 0,10	< 0,10
Cadmium	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	nm	< 0,10	< 0,10
Cuivre	< 1,0	1,1 ± 15 %	< 1,0	< 1,0	1,5 ± 7 %	1,5 ± 12 %	1,9 ± 9 %	< 1,0	4,7 ± 11 %	nm	4,2 ± 14 %	< 1,0
Chrome	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	nm	5,6 ± 17 %	< 1,0
Fer	41 ± 15 %	23 ± 12 %	20 ± 16 %	110 ± 12 %	150 ± 13 %	112 ± 9 %	24 ± 12 %	59 ± 9 %	40 ± 11 %	nm	240 ± 19 %	200 ± 22 %
Mercure	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	nm	< 0,050	< 0,050
Manganèse	50 ± 16 %	17 ± 11 %	6,7 ± 13 %	62 ± 12 %	30 ± 7 %	46 ± 8 %	22 ± 10 %	5,8 ± 14 %	9,7 ± 10 %	nm	51 ± 18 %	44 ± 20 %
Nickel	2,0 ± 17 %	1,5 ± 11 %	1,4 ± 14 %	1,7 ± 14 %	1,4 ± 12 %	1,5 ± 15 %	1,4 ± 13 %	1,6 ± 10 %	2,0 ± 11 %	nm	2,4 ± 16 %	1,6 ± 19 %
Plomb	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,71 ± 21 %	nm	2,6 ± 17 %	0,61 ± 21 %
Etain	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	nm	< 1,0	< 1,0
Uranium	0,71 ± 8 %	0,60 ± 13 %	0,79 ± 9 %	0,90 ± 14 %	0,61 ± 8 %	0,37 ± 14 %	0,27 ± 9 %	0,38 ± 9 %	0,68 ± 13 %	nm	0,72 ± 18 %	0,74 ± 15 %
Zinc	11 ± 13 %	8,3 ± 12 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,8 ± 13 %	< 5,0	< 5,0	17 ± 10 %	nm	57 ± 17 %	10 ± 21 %
AOX	-	-	-	-	-	-	< 0,020	-	-	-	-	-
TBP	-	-	-	-	-	-	< 0,10	-	-	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-	-	-	-	< 0,0050	-	-	-	-	-

Par ailleurs, une série de mesures d'autres paramètres physico-chimiques est requise aux mêmes trois points de surveillance une fois par an, de façon ponctuelle et par temps sec. Les prélèvements réalisés le 10 juillet 2019 ne présentent pas de caractéristiques chimiques particulières, en dehors des phénomènes d'eutrophisation, déjà évoqués précédemment.

LES SÉDIMENTS DES ÉTANGS DE SACLAY

Une mesure des sédiments est réalisée tous les 6 mois au point de déversement de l'aqueduc des Mineurs 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 2019 au point de déversement S1 de l'aqueduc des Mineurs, dans l'étang Vieux et dans les deux étangs.

Analyses chimiques (ponctuel annuel du 10 juillet 2019) aux points S1, Etang Vieux, Etang Neuf

		S1	Etang Vieux	Etang Neuf
Température	°C	22	23	23
pH	*	8,5	9,8	9,3
Turbidité	mg Pt	< 4,0	16	< 4,0
Oxygène dissous	mg/l	6,9	7,6	< 4,6
MES	mg/l	4,7	17	10
DCO	mg/l	13	23	21
DBO5	mg/l	<3,0	< 3,0	< 3,0
Azote Kjeldal	mg/l	1,1	1,1	< 1,0
NH4+	mg/l	0,1	0,15	0,02
Nitrites	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nitrates	mg/l	< 5,0	< 5,0	< 0,5
Phosphates	mg/l	< 0,20	0,44	< 0,20
Phosphore total	mg/l	< 0,10	< 0,10	0,25

Radioactivité artificielle des sédiments aux points S1, Etang Vieux, Etang Neuf (en Bq/kg sec)

	Etang Vieux		Etang Neuf	
	Point déversement S1		Etang Vieux	Etang Neuf
	19-juin	04-déc	03-juil	03-juil
H ³ -lié	300	290	< 4,9	< 49
C ¹⁴ -lié	710	430	350	350
Co ⁶⁰	1,6	0,8	< 0,38	< 0,5
Sr ⁹⁰	< 3,4	< 4,6	< 3,2	< 1,7
Cs ¹³⁷	160	110	59	24
Pu ²³⁸	2,6	2,1	1,1	< 0,2
Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	11	8,8	2,9	1,0
Am ²⁴¹	4,1	2,1	1,1	< 0,7

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 prélèvement et épaisseur de la couche prélevée). Les radionucléides mesurés sont caractéristiques des rejets du centre.

LES POISSONS DES ÉTANGS

En 2019, deux types de poissons ont pu être prélevés : carpe dans l'étang Vieux et brochet dans l'étang Neuf. Des traces de césium 137 y sont détectés ainsi que du carbone 14 à un niveau (2 800 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	Carpe Etang vieux
	08-sept	20-juin
Potassium 40	140	120
Tritium	< 2,4	3,7
cobalt 60	< 0,14	< 0,13
Strontium 90	< 0,03	< 0,03
Césium 137	0,54	0,32
Tritium lié	< 8,0	< 12
Carbone 14 lié	260	625

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 tritium, de césium 137, 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
	03-juillet	03-juillet
Potassium 40	98	240
Tritium	5,9	4,3
cobalt 60	< 0,06	< 0,10
Strontium 90	0,21	0,41
Césium 137	2,1	0,14
Tritium lié	< 9,4	< 19
Carbone 14 lié	41	60

LES EAUX DE SURFACE (RIVIÈRES, RUS ET RIGOLES)

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

Points des prélèvements d'eau de surface



Tritium mensuel dans S10, S11, S12, S13, et S23 en Bq/l					
Dates	S10	S11	S12	S13	S23
Janvier	< 2,5	4,2	< 3,6	< 2,5	< 2,5
Février	< 2,9	< 3,5	< 2,9	< 2,8	< 3,0
Mars	< 3,4	< 3,8	< 3,4	< 2,9	< 3,4
Avril	< 3,1	< 2,7	5,3	< 2,6	< 3,0
Mai	< 3,1	< 3,2	< 3,1	< 3,1	< 3,2
Juin	< 3,6	< 3,6	< 3,5	< 3,3	< 3,6
Juillet	< 2,9	< 3,1	3,4	< 2,9	< 2,9
Août	< 3,1	< 3,0	< 3,2	< 3,0	< 3,2
Sept	< 3,3	< 3,4	< 3,3	< 3,3	< 3,3
Octobre	< 3,4	< 3,4	< 3,3	< 3,3	< 3,3
Novembre	< 2,7	< 3,7	< 2,9	< 3,1	< 3,8
Décembre	< 3,1	< 2,6	< 2,7	< 2,7	< 2,7

La recherche annuelle des autres radionucléides artificiels en chacun des 9 points de prélèvement, ne fait pas apparaître de valeurs significatives. Quels que soient le point de surveillance et la date de prélèvement, les eaux du réseau hydrographique présentent une concentration en tritium inférieure à la valeur de 4 Bq/l, sauf au point S12 situé juste en aval de l'étang Neuf avec des concentrations de l'ordre de 4 à 6 Bq/l, en accord avec les teneurs en tritium de l'étang Neuf.

	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S23
	07-nov	17-déc	04-juil	07-nov	14-oct	03-oct	06-oct	08-nov	06-sept
Césium 137 (en Bq/l)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0009	<0,0008
Strontium 90 (en Bq/l)	0,001	0,0021	<0,0008	<0,0012	<0,0011	<0,0009	<0,0011	<0,0012	<0,0011

La recherche annuelle des autres radionucléides artificiels en chacun des 9 points de prélèvement, ne fait pas apparaître de valeurs significatives.

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 2 août 2019, 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 02/08/2019)		
Paramètres	Unités	S12
Température	°C	18
pH	-	7,9
Turbidité	mg pt	< 4,0
Oxygène dissous	mg/l	11
Mes	mg/l	43
DCO	mg/l	6,0
DBO5	mg/l	< 3,0
Azotes Kjeldal	mg/l	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,006
Nitrites	mg/l	0,10
Nitrates	mg/l	37
Phosphates	mg/l	< 0,20
Phosphore total	mg/l	0,10
Cyanures	mg/l	< 10
Indices phénols	mg/l	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10
Arsenic	µg/l	0,58
Bore	µg/l	25
Béryllium	µg/l	< 0,10
Cadmium	µg/l	< 0,10
Cuivre	µg/l	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0
Fer	µg/l	6,6
Mercure	µg/l	< 0,05
Manganèse	µg/l	15
Nickel	µg/l	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,5
Etain	µg/l	< 1,0
Uranium	µg/l	0,73
Zinc	µg/l	5,3

La radioactivité des sédiments aux trois points S11, S12 et S13 est suivie tous les trois ou cinq ans. En 2019, le point S13 a été prélevé. Seules quelques traces de césium 137 ont été décelées.

Radioactivité artificielle des sédiments au points S13, (en Bq/kg sec)			
	S13 Triennal 19-juin	S12 Quinquennal	S11 Quinquennal
H ³ -lié	< 44		
C ¹⁴ -lié	< 42	Prochain	Prochain
Co ⁶⁰	< 0,23	S12	S11
Sr ⁹⁰	< 4,0	en 2020	en 2020
Cs ¹³⁷	0,56	-	-
Pu ²³⁸	< 0,49	-	-
Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	< 0,76	-	-
Am ²⁴¹	< 0,38	-	-

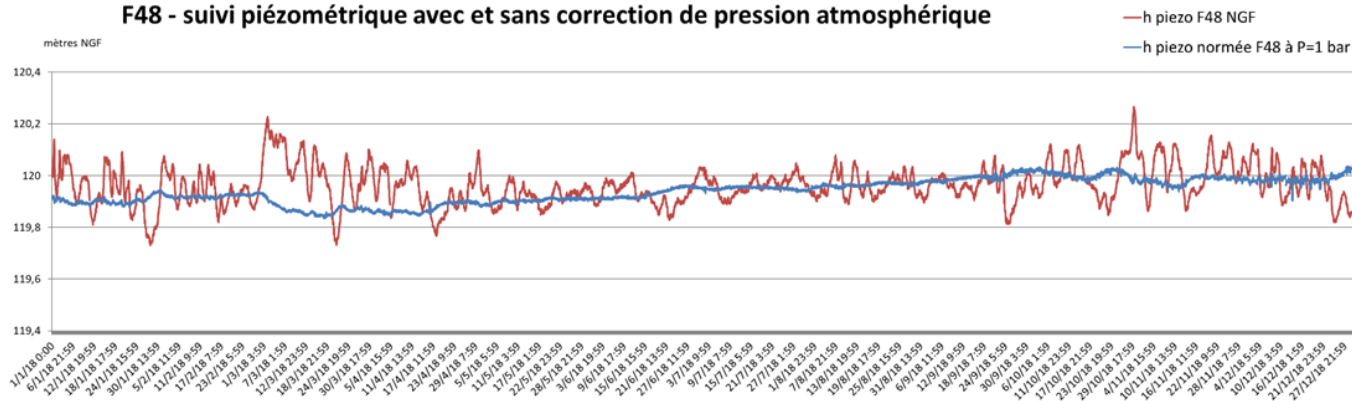
LES EAUX SOUTERRAINES

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 m³/h. À titre d'exemple, les fluctuations du niveau de la nappe des sables au point

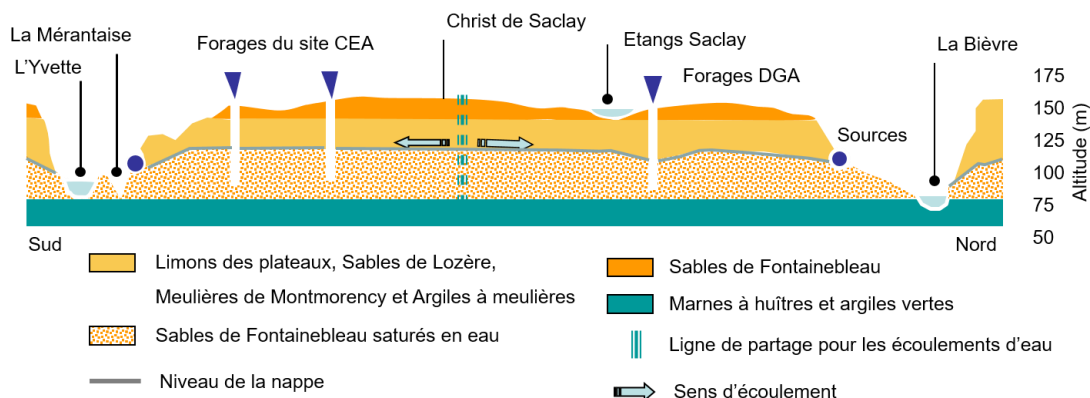
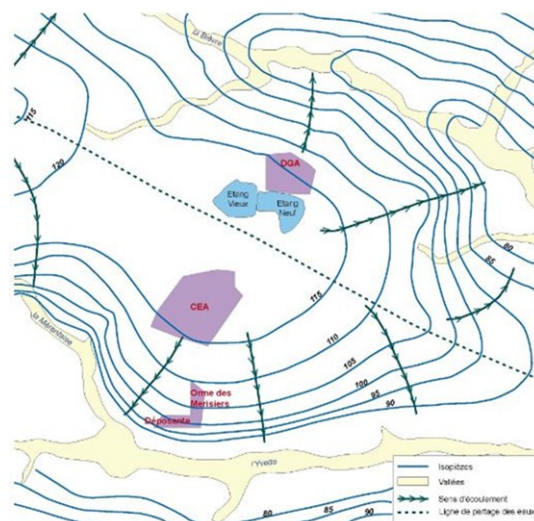
F48 - suivi piézométrique avec et sans correction de pression atmosphérique



Suivi du niveau de la nappe des sables de Fontainebleau au point F48 en 2019 (en mètres NGF)

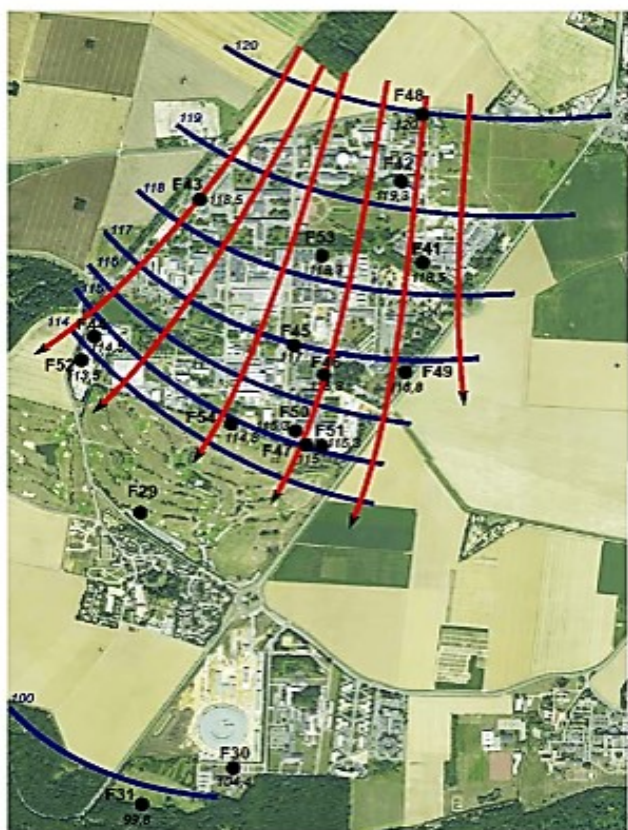
F48 sont enregistrées au pas de temps horaire dans le cadre du suivi des nappes d’Île-de-France réalisé par le BRGM. Ce suivi en continu permet d’apprécier un phénomène particulier : l’effet pressio-barométrique. Les niveaux sus-jacents aux sables de Fontainebleau (environ 15 m d’argiles à meulière) 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-dessus 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). 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 Méranlaise, 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 Méranlaise 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



Profil Nord Sud du plateau de Saclay passant par le CEA

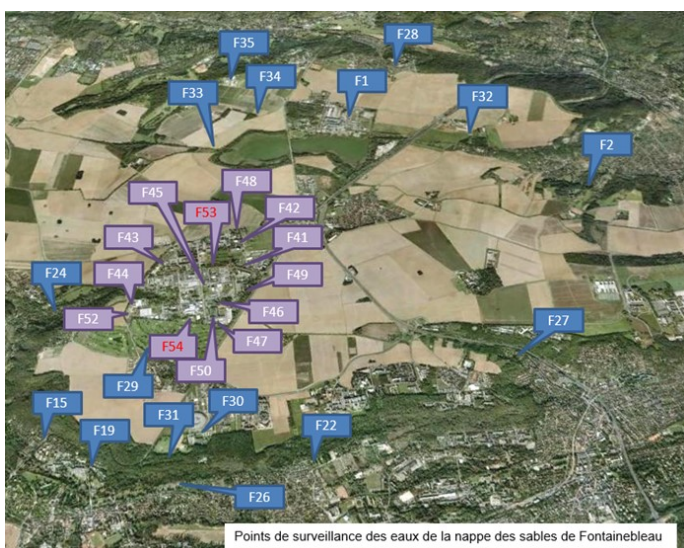
grâce à des forages profonds mais également au niveau des sources de résurgence dans les vallées de la Bièvre et de l'Yvette.



Courbes de niveau 2019 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 13 piézomètres au droit du centre faisant l'objet d'un suivi mensuel réglementaire sont localisés sur la photographie aérienne ci-contre (F41 à F54). Les nouveaux piézomètres F53 et F54 forés en décembre 2018 sont exploités depuis début 2019.



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

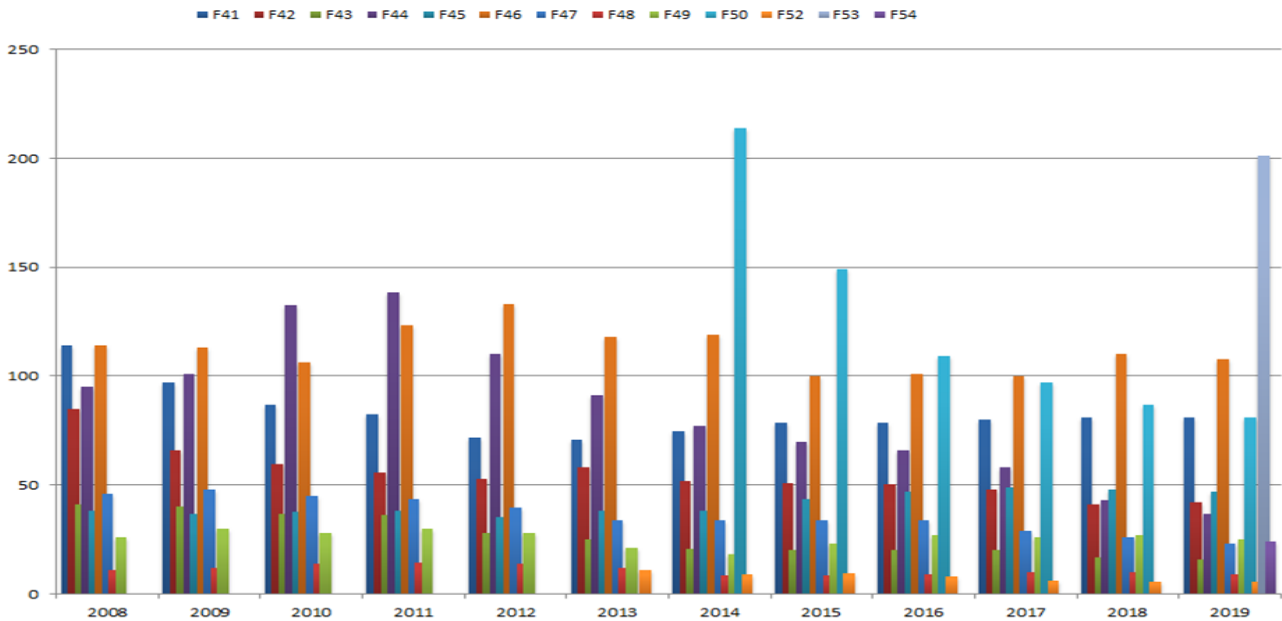
Les valeurs de l'indice de radioactivité bêta global sont en moyenne autour de 0,1 Bq/l. Lorsque les valeurs sont significatives (jusqu'à 0,2 Bq/l), elles s'expliquent par la présence de potassium 40 naturel ou des descendants de l'uranium, sauf pour le forage F44 (0,2 à 0,3 Bq/l) en raison de la présence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

Le tritium au droit du CEA site de 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 13 piézomètres implantés sur le site présentent des activités volumiques moyennes actuellement comprises entre 6 et 200 Bq/l, avec une valeur maximale de 220 Bq/l mesurée sur les eaux du nouveau forage F53.

Teneur en tritium des eaux de la nappe au droit du site CEA de Saclay en 2019

N° Forage	Activité moyenne en Bq/l	Activité maximale en Bq/l
F41	81	92
F42	42	48
F43	16	22
F44	37	41
F45	47	51
F46	108	140
F47	23	26
F48	9,2	13
F49	25	32
F50	81	100
F52	5,8	12
F53	201	220
F54	24	29



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. Le nouveau forage F53, situé au milieu du centre présente désormais l'activité la plus élevée car il intercepte un panache historique qui a été modélisé et dont l'origine se situe dans les sous-sols de l'ancien réacteur EL3, arrêté en 1979.

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 ($< 0,6 \text{ Bq/l}$) 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 , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{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 SITE

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

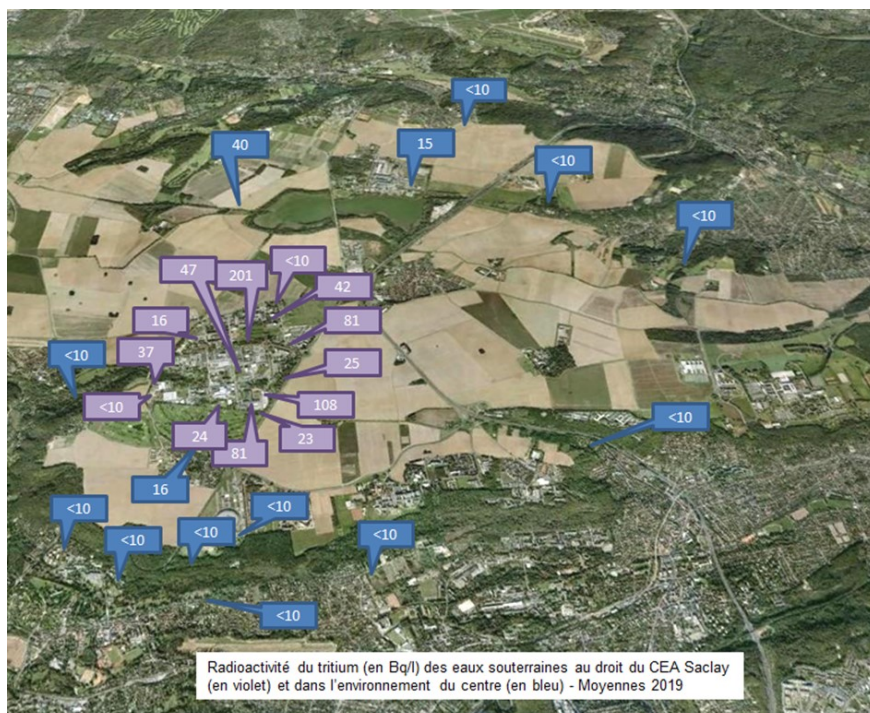
- au niveau du forage du golf de Saint-Aubin (environ 20 Bq/l) situé en aval de l'écoulement des eaux de la nappe au droit du centre,
- au niveau des forages situés au nord et à l'ouest des étangs de Saclay (autour de 40 Bq/l), la présence de tritium étant due à la percolation, vers la nappe, des eaux des étangs autrefois davantage marquées par ce radionucléide qu'actuellement.



Le tableau et la figure ci-après récapitulent la description des points de surveillance ainsi que les résultats 2019 en tritium relevés au niveau du site CEA Saclay que dans son environnement.

Points de surveillance et résultats 2019 en tritium relevés au niveau du site

Forage	Localisation	Type	Profondeur eau par rapport au sol	Usage
F1	DGA/Essais propulseurs	forages	environ 40 mètres	tout sauf eau potable
F2	lavoir public	émergence	sol	accessible public
F15	CNRS	émergence → rivière	sol	aucun
F19	CNRS	puits émergence	environ 1 mètre	aucun
F22	particulier	puits émergence	environ 5 mètres	arrosage 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	environ 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	environ 40 mètres	arrosage
F34	ferme de Viltain - Nord Etang Vieux	forage	environ 40 mètres	arrosage
F35	ferme de Viltain	forage	environ 40 mètres	arrosage



LE SUIVI DES PARAMÈTRES CHIMIQUES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

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

Paramètres	unité	F1		F15		F19		F22	
		02/05/2019	06/11/2019	08/04/2019	19/11/2019	13/06/2019	10/10/2019	08/04/2019	19/11/2019
Dates	-	7,6	7,8	6,1	7,1	7,5	7,5	6,4	7,4
pH	-	7,6	7,8	6,1	7,1	7,5	7,5	6,4	7,4
Conductivité	µS/cm	650	622	837	787	744	656	861	595
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0,030 ± 35 %	< 0,010	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	13 ± 10 %	20 ± 12 %	nm	32 ± 12 %	20 ± 9 %	21 ± 9 %	nm	< 5,0
Bromures	mg/l	< 0,094	< 0,094	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Chlorures	mg/l	38 ± 9 %	31 ± 9 %	nm	nm	39 ± 9 %	39 ± 9 %	nm	nm
Fluorures	mg/l	0,15 ± 17 %	0,15 ± 16 %	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Sulfates	mg/l	55 ± 9 %	49 ± 9 %	nm	nm	53 ± 9 %	55 ± 9 %	nm	nm
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Indice phénols	µg/l	< 10	< 10	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,24 ± 9 %	0,23 ± 22 %	0,34 ± 18 %	0,37 ± 21 %	0,42 ± 23 %	0,50 ± 16 %	0,59 ± 13 %	0,48 ± 26 %
Bore	µg/l	21 ± 13 %	22 ± 16 %	25 ± 13 %	26 ± 16 %	15 ± 11 %	16 ± 19 %	18 ± 14 %	21 ± 20 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	3,9 ± 7 %	1,8 ± 12 %	< 1,0	< 1,0	1,6 ± 13 %	< 1,0	1,4 ± 11 %	1,2 ± 12 %
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	10 ± 9 %	12 ± 14 %	< 5,0	< 5,0
Mercurure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,2 ± 16 %	0,66 ± 15 %
Zinc	µg/l	11 ± 7 %	5,3 ± 17 %	< 5,0	< 5,0	11 ± 13 %	8,1 ± 15 %	8,7 ± 9 %	9,7 ± 24 %
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,60 ± 21 %	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 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	6,5 ± 16 %	7,0 ± 16 %	< 1,0	< 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	< 1,0	< 1,0	< 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	< 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	< 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	< 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	< 1,0	< 1,0	< 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	2,2 ± 26 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Dibromochlorométhane	µg/l	7,0 ± 23 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2-dibromoéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	17 ± 25 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Paramètres	unité	F26		F29		F30		F31	
		12/06/2019	10/10/2019	03/06/2019	16/09/2019	13/06/2019	10/10/2019	07/03/2019	10/09/2019
Dates	-	6,7	7,2	8,6	7,0	7,2	7,1	6,9	7,0
pH	-	7,3	7,1	7,5	7,1	6,6	7,2	7,5	6,9
Conductivité	µS/cm	749	661	711	702	760	643	729	770
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	nm	nm	< 0,010	0,030 ± 35 %	nm	nm	nm	nm
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	23 ± 12 %	22 ± 13 %	23 ± 13 %	22 ± 9 %	27 ± 12 %	25 ± 12 %	24 ± 12 %	nm
Bromures	mg/l	nm	nm	0,10 ± 26 %	< 0,094	nm	nm	nm	nm
Chlorures	mg/l	30 ± 9 %	29 ± 9 %	27 ± 9 %	28 ± 9 %	30 ± 9 %	29 ± 9 %	nm	nm
Fluorures	mg/l	nm	nm	0,21 ± 14 %	0,19 ± 15 %	nm	nm	nm	nm
Sulfates	mg/l	110 ± 12 %	100 ± 12 %	75 ± 9 %	71 ± 9 %	65 ± 9 %	65 ± 9 %	nm	nm
Cyanures	µg/l	nm	nm	< 10	< 10	nm	nm	nm	nm
Indice phénols	µg/l	nm	nm	< 10	< 10	nm	nm	nm	nm
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,23 ± 10 %	0,23 ± 23 %	0,16 ± 19 %	0,13 ± 22 %	0,19 ± 18 %	0,20 ± 17 %	0,23 ± 15 %	0,22 ± 22 %
Bore	µg/l	25 ± 11 %	25 ± 18 %	14 ± 11 %	13 ± 24 %	15 ± 11 %	16 ± 18 %	24 ± 14 %	21 ± 21 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	4,8 ± 13 %	< 1,0	1,7 ± 13 %	1,1 ± 14 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1 ± 15 %	1,1 ± 16 %	2,5 ± 15 %	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	< 5,0	41 ± 9 %	74 ± 13 %	< 5,0	7,3 ± 14 %	< 5,0	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	1,2 ± 16 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2 ± 17 %	< 1,0	1,2 ± 22 %
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	15 ± 13 %	< 5,0	6,4 ± 13 %	8,5 ± 11 %	< 5,0	< 5,0	5,1 ± 14 %	< 5,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	3,1 ± 21 %	2,8 ± 21 %	72 ± 21 %	31 ± 21 %	< 0,50	< 0,50	2,1 ± 21 %	2,7 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	29 ± 23 %	33 ± 23 %	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0	< 1,0	27 ± 16 %	32 ± 16 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 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	2,6 ± 18 %	2,5 ± 18 %	11 ± 18 %	12 ± 18 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2 ± 18 %
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,4 ± 19 %	1,7 ± 19 %	< 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	< 1,0	< 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	< 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	< 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	< 1,0	< 1,0	< 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-dibromoéthane	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	F33		F41		F42		F43	
		08/07/2019	09/09/2019	14/03/2019	04/09/2019	10/04/2019	14/11/2019	09/05/2019	14/11/2019
Dates	-	7,3	7,1	7,5	7,1	6,6	7,2	7,5	6,9
pH	-	7,3	7,1	7,5	7,1	6,6	7,2	7,5	6,9
Conductivité	µS/cm	729	722	818	772	710	696	892	847
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	nm	nm	< 0,010	0,020 ± 35 %	< 0,010	0,020 ± 35 %	< 0,010	0,010 ± 35 %
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	nm	20 ± 9 %	23 ± 13 %	23 ± 9 %	22 ± 9 %	31 ± 12 %	30 ± 12 %	30 ± 12 %
Bromures	mg/l	nm	nm	0,095 ± 26 %	0,10 ± 25 %	< 0,094	< 0,094	0,15 ± 22 %	0,15 ± 22 %
Chlorures	mg/l	nm	nm	39 ± 9 %	42 ± 9 %	18 ± 9 %	20 ± 9 %	37 ± 9 %	36 ± 9 %
Fluorures	mg/l	nm	nm	0,32 ± 11 %	0,33 ± 10 %	0,25 ± 12 %	0,26 ± 12 %	0,27 ± 12 %	0,28 ± 12 %
Sulfates	mg/l	nm	nm	91 ± 8 %	93 ± 8 %	56 ± 6 %	66 ± 9 %	130 ± 11 %	150 ± 11 %
Cyanures	µg/l	nm	nm	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indice phénols	µg/l	nm	nm	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,29 ± 15 %	0,28 ± 20 %	0,95 ± 13 %	0,67 ± 14 %	0,39 ± 17 %	0,41 ± 18 %	0,20 ± 15 %	0,22 ± 22 %
Bore	µg/l	19 ± 10 %	18 ± 19 %	12 ± 13 %	13 ± 18 %	13 ± 14 %	12 ± 23 %	17 ± 11 %	16 ± 24 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	1,8 ± 9 %	3,0 ± 12 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	1,2 ± 16 %	< 1,0	2,7 ± 14 %	1,0 ± 15 %	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	23 ± 12 %	35 ± 13 %	6,5 ± 18 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	1,4 ± 16 %	1,8 ± 13 %	54 ± 12 %	45 ± 15 %	5,8 ± 12 %	4,6 ± 15 %	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	9,7 ± 10 %	17 ± 12 %	15 ± 14 %	13 ± 14 %	18 ± 9 %	27 ± 17 %	< 5,0	< 5,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	36 ± 21 %	19 ± 21 %	7,6 ± 21 %	3,4 ± 21 %	9,8 ± 21 %	9,6 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	2,3 ± 23 %	2,2 ± 23 %	< 0,50	< 0,50	125 ± 23 %	124 ± 23 %
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5,6 ± 16 %	6,0 ± 16 %
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 %	1,8 ± 18 %	1,5 ± 18 %	1,5 ± 18 %	< 1,0	< 1,0
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,0 ± 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	< 1,0	< 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	< 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	< 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	< 1,0	< 1,0	< 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-dibromoéthane	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	F44		F45		F46		F47	
		10/04/2019	14/11/2019	05/06/2019	16/12/2019	07/02/2019	03/07/2019	15/01/2019	09/07/2019
Dates	-	6,4	6,9	7,5	7,4	7,7	6,5	7,1	7,1
pH	-	740	693	693	673	734	756	678	723
Conductivité	µS/cm								
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,010	< 0,010	0,020 ± 35 %	0,050 ± 35 %	0,050 ± 35 %	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	19 ± 9 %	19 ± 9 %	20 ± 9 %	19 ± 9 %	18 ± 9 %	18 ± 9 %	20 ± 9 %	20 ± 9 %
Bromures	mg/l	0,14 ± 22 %	0,14 ± 22 %	< 0,094	< 0,094	0,14 ± 22 %	0,15 ± 22 %	< 0,094	< 0,094
Chlorures	mg/l	42 ± 9 %	41 ± 9 %	< 11	16 ± 10 %	33 ± 9 %	38 ± 9 %	28 ± 9 %	27 ± 9 %
Fluorures	mg/l	0,17 ± 16 %	0,17 ± 15 %	0,13 ± 18 %	0,11 ± 20 %	0,22 ± 13 %	0,22 ± 13 %	0,21 ± 14 %	0,22 ± 13 %
Sulfates	mg/l	66 ± 9 %	66 ± 9 %	71 ± 9 %	70 ± 9 %	61 ± 9 %	64 ± 9 %	72 ± 9 %	70 ± 9 %
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indices 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	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	22 ± 15 %	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,23 ± 11 %	0,23 ± 28 %	0,28 ± 11 %	0,25 ± 21 %	0,27 ± 24 %	0,21 ± 25 %	0,22 ± 9 %	0,19 ± 14 %
Bore	µg/l	19 ± 13 %	18 ± 16 %	9,4 ± 12 %	9,9 ± 11 %	14 ± 12 %	13 ± 10 %	17 ± 12 %	17 ± 10 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	0,24 ± 10 %	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1 ± 9 %	5,3 ± 12 %	< 1,0
Chrome	µg/l	1,9 ± 14 %	3,7 ± 13 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	< 5,0	41 ± 9 %	< 5,0	7,8 ± 14 %	11 ± 12 %	< 5,0	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,086 ± 15 %	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	7,4 ± 13 %	10 ± 12 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	11 ± 8 %	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	< 5,0	< 5,0	5,6 ± 13 %	5,3 ± 21 %	< 5,0	< 5,0	13 ± 9 %	5,3 ± 10 %
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	87 ± 21 %	69 ± 21 %	7,0 ± 21 %	7,9 ± 21 %	143 ± 21 %	96 ± 21 %	28 ± 21 %	17 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	17 ± 23 %	16 ± 23 %	12 ± 23 %	11 ± 23 %	53 ± 23 %	45 ± 23 %	21 ± 23 %	23 ± 23 %
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	13 ± 16 %	11 ± 16 %	1,4 ± 16 %	1,2 ± 16 %	13 ± 16 %	14 ± 16 %	12 ± 16 %	9,2 ± 16 %
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	13 ± 18 %	< 1,0	< 1,0	3,1 ± 18 %	3,5 ± 18 %	1,8 ± 18 %	1,9 ± 18 %
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,50 ± 19 %	0,70 ± 19 %	1,7 ± 19 %	1,8 ± 19 %
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 ± 20 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	< 0,50	< 0,50	0,60 ± 19 %	0,50 ± 19 %	3,5 ± 19 %	4,0 ± 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	3,5 ± 17 %	3,3 ± 17 %	< 0,50	< 0,50
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-dibromoéthane	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	F48		F49		F50		F52	
		06/06/2019	09/12/2019	03/2019-09/05/21	01/08/2019	07/02/2019	09/07/2019	07/02/2019	04/07/2019
Dates	-	7,8	7,1	7,0-7,7	6,8	6,6	7,1	6,7	7,3
pH	-	768	735	662-680	671	762	767	684	680
Conductivité	µS/cm								
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0,020 ± 35 %	0,050 ± %	< 0,010	0,020 ± 35 %	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	27 ± 12 %	26 ± %	13 ± 10 %	14 ± 10 %	24 ± 12 %	24 ± 12 %	25 ± 12 %	26 ± 12 %
Bromures	mg/l	< 0,094	< 0,094	0,10 ± 26 %	< 0,094	0,14 ± 22 %	0,12 ± 24 %	< 0,094	< 0,094
Chlorures	mg/l	27 ± 9 %	25 ± %	27 ± 9 %	24 ± 9 %	28 ± 9 %	27 ± 9 %	18 ± 9 %	19 ± 9 %
Fluorures	mg/l	0,27 ± 12 %	0,25 ± %	0,19 ± 14 %	0,21 ± 14 %	0,22 ± 13 %	0,20 ± 14 %	0,21 ± 14 %	0,23 ± 13 %
Sulfates	mg/l	67 ± 9 %	61 ± %	56 ± 9 %	56 ± 9 %	87 ± 9 %	89 ± 9 %	110 ± 12 %	110 ± 12 %
Cyanures	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Indices 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	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	12 ± 15 %	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,30 ± 19 %	0,33 ± %	0,38 ± 14 %	0,39 ± 23 %	0,34 ± 15 %	0,33 ± 25 %	0,23 ± 25 %	0,18 ± 17 %
Bore	µg/l	14 ± 13 %	13 ± %	23 ± 13 %	21 ± 10 %	13 ± 12 %	13 ± 10 %	16 ± 12 %	15 ± 10 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	2,0 ± 15 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	10 ± 12 %	< 1,0	2,4 ± 13 %	1,3 ± 10 %
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	1,3 ± 15 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	11 ± %	5,4 ± 16 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	< 1,0	< 1,0	1,3 ± 16 %	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	5,4 ± 17 %	< 5,0	< 5,0	< 5,0	17 ± 12 %	< 5,0 ± %	25 ± 11 %	7,7 ± 11 %
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	7,3 ± 21 %	5,7 ± 21 %	94 ± 21 %	782 ± 21 %	30 ± 21 %	35 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,1 ± 23 %	1,0 ± 23 %	91 ± 23 %	81 ± 23 %	3,4 ± 23 %	4,3 ± 23 %
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	34 ± 16 %	47 ± 16 %	< 1,0	< 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	2,3 ± 18 %	1,8 ± 18 %	2,7 ± 18 %	2,9 ± 18 %	1,3 ± 18 %	1,5 ± 18 %
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	2,1 ± 19 %	2,4 ± 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	1,4 ± 20 %	< 1,0	< 1,0
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	4,3 ± 19 %	4,7 ± 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	5,1 ± 17 %	5,3 ± 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-dibromoéthane	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

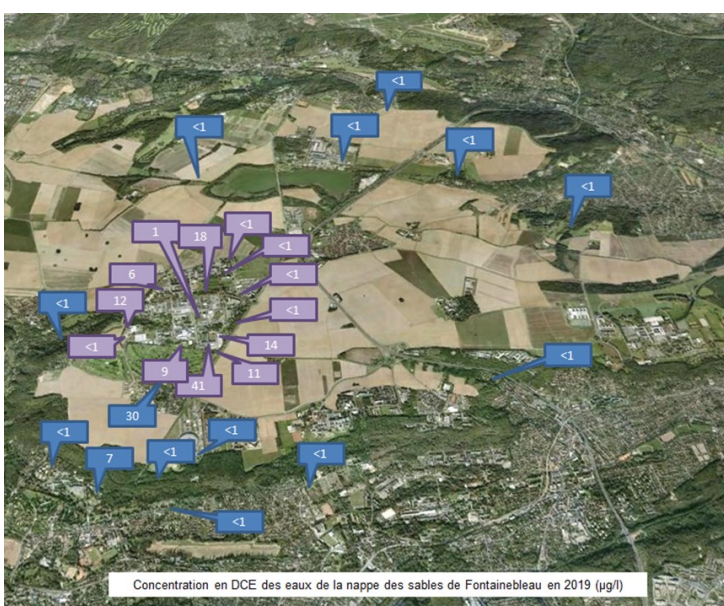
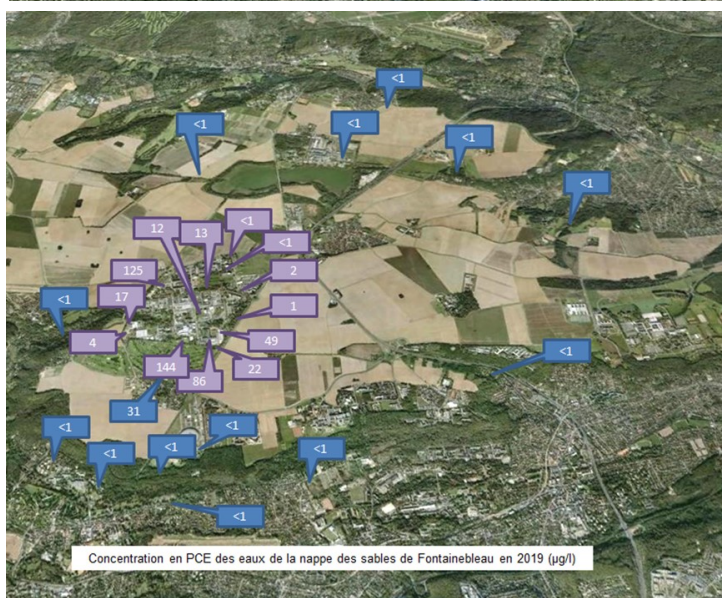
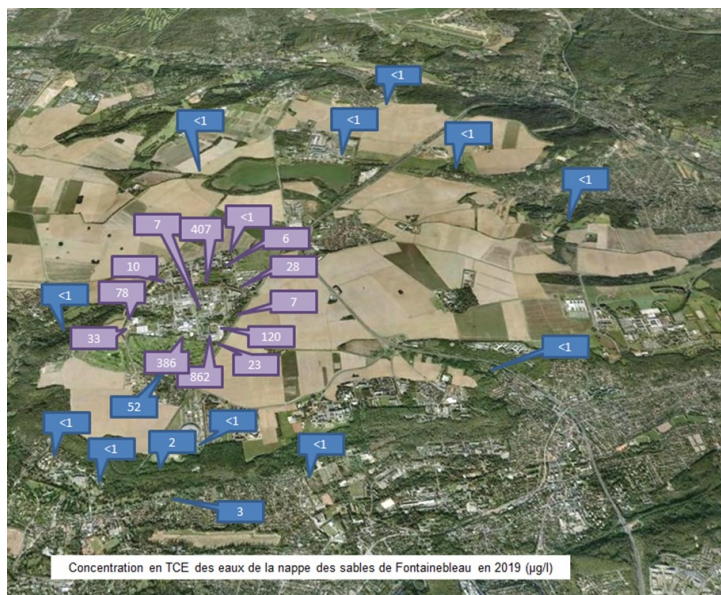
Paramètres	unité	F53		F54	
		09/04/2019	03/10/2019	10/04/2019	03/10/2019
Dates	-				
pH	-	7,5	7,1	7,7	7,1
Conductivité	µS/cm	709	605	658	546
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0,050 ± 35 %	0,020 ± 35 %	0,11 ± 35 %	0,030 ± 35 %
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	22 ± 13 %	24 ± 12 %	25 ± 12 %	26 ± 12 %
Bromures	mg/l	0,11 ± 25 %	< 0,094	0,13 ± 23 %	0,13 ± 23 %
Chlorures	mg/l	24 ± 9 %	24 ± 9 %	46 ± 9 %	46 ± 9 %
Fluorures	mg/l	0,25 ± 12 %	0,22 ± 13 %	0,21 ± 14 %	0,20 ± 14 %
Sulfates	mg/l	100 ± 8 %	96 ± 8 %	72 ± 9 %	67 ± 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	0,39 ± 12 %	0,32 ± 24 %	0,50 ± 12 %	0,27 ± 16 %
Bore	µg/l	18 ± 13 %	19 ± 18 %	42 ± 14 %	45 ± 18 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	µg/l	< 1,0	3,3 ± 17 %	< 1,0	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	16 ± 13 %	5,8 ± 15 %	75 ± 12 %	< 5,0
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	1,4 ± 15 %	1,5 ± 17 %	3,9 ± 12 %	1,2 ± 17 %
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	450 ± 21 %	363 ± 21 %	601 ± 21 %	170 ± 21 %
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	13 ± 23 %	12 ± 23 %	149 ± 23 %	139 ± 23 %
cis 1,2-dichloroéthylène (DCE)	µg/l	17 ± 16 %	18 ± 16 %	9,7 ± 16 %	8,7 ± 16 %
Dichlorométhane	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	< 1,0	< 1,0	8,1 ± 18 %	8,5 ± 18 %
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,6 ± 19 %	1,9 ± 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	0,70 ± 19 %	0,70 ± 19 %
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0	< 1,0	1,8 ± 21 %	1,6 ± 21 %
Chlorure de vinyle	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
1,1-dichloroéthylène	µg/l	< 1,0	< 1,0	1,6 ± 17 %	1,2 ± 17 %
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-dibromoéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Paramètres	unité	F2	F24	F27	F28	F32
		15/01/2019	02/08/2019	19/03/2019	18/11/2019	03/10/2019
Dates	-					
pH	-	7,2	7,9	7,4	6,9	7,0
Conductivité	µS/cm	726	647	852	705	522
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	51 ± 12 %	29 ± 12 %	26 ± 12 %	17 ± 9 %	22 ± 9 %
Bromures	mg/l	nm	nm	nm	nm	nm
Chlorures	mg/l	nm	nm	nm	nm	nm
Sulfates	mg/l	nm	nm	nm	nm	nm
Hydrocarbures	mg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Aluminium	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Arsenic	µg/l	0,18 ± 20 %	0,29 ± 17 %	0,22 ± 18 %	0,24 ± 19 %	0,20 ± 19 %
Bore	µg/l	12 ± 12 %	13 ± 10 %	66 ± 16 %	16 ± 17 %	13 ± 18 %
Cadmium	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Cuivre	mg/l	2,4 ± 13 %	< 1,0	4,4 ± 16 %	< 1,0	< 1,0
Chrome	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fer	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	9,8 ± 15 %	6,2 ± 14 %
Mercure	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Nickel	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Plomb	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Zinc	µg/l	5,6 ± 13 %	< 5,0	11 ± 14 %	18 ± 15 %	< 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 40 mg/l dans les piézomètres du plateau de Saclay,
- présence de zinc dans les piézomètres (F41, F42, F50, F52...) 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-contre présentent les concentrations des trois principaux solvants organiques détectés : trichloréthylène (TCE), tétrachloréthylène (PCE) et dichloroéthylène (DCE). On constate des concentrations pouvant atteindre plusieurs centaines de $\mu\text{g}/\text{l}$, à comparer à la limite de $10 \mu\text{g}/\text{l}$ pour les TCE + PCE recommandée par l'OMS pour l'eau potable. Un paragraphe du chapitre 9 fait le point sur l'état d'avancement de cette pollution aux organochlorés en lien avec l'arrêté préfectoral du 9 Aout 2013.





C215 n° 8

SURVEILLANCE PAR DES MESURES INDÉPENDANTES

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 16/10/2019 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 Eurofins Hydrologie IDF SAS (91), sur les échantillons prélevés le 16/10/2019. 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⁾
Effluents sanitaires traités	R4	X	X	X
Rejet général Centre	R7	X	X	X

(1) 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 radiolo-

giques prévus à l'article 20.VII par un laboratoire extérieur agréé.

Cette prestation a été réalisée par le laboratoire Eurofins Hydrologie IDF SAS (91), sur les échantillons prélevés les 16/10/2019 aux points R5 et R8.

MÉTHODOLOGIE DU CONTRÔLE

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 rec-

tangulaire, 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 TEMPÉRATURE

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,

Nature des effluents	Point de contrôle	Paramètres physico-chimiques ⁽²⁾
		Décision n° 2009-DC-0156 (art. 20.VIII)
Effluents industriels bruts	R5 amont	X
Rejets pluviaux / eaux de refroidissement (Ovoïde Nord)	R8	X

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.

(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 ooh à ooh (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.

RÉSULTATS DES MESURES

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

		R3		R4		R7	
		CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE	CEA	AQUAMESURE
Débit	m ³ /h	-	-	31,2	18,3	29,0	29,4
	m ³ /j	-	-	748	439	696	706
pH min-max pH moyen	upH	7,5 - 7,7 (7,5)	7,6-7,9 (7,6)	7,6-7,8 (7,7)	7,5-7,8 (7,6)	6,7-8,0 (7,7)	6,9-8,2 (7,7)
	T° moyenne	16,7-17,2 (16,8)	16,6-17,2 (16,8)	19,5-20,3 (20,1)	19,7-20,4 (20,2)	15,0-16,2 (15,4)	15,1-16,3 (15,5)

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				
		EUROFINS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	7,7	± 24	5,1	± 80	-
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,050		< 0,018		-
Activité Béta globale	Bq/L	0,60	± 22	0,68	± 14	-
MES	mg/L	< 2,0		< 2,0		35
DBO5	mg/L	< 3,0		< 3,0		25
DCO	mg/L	7,8	± 10	13	± 24	125
N total	mg N/L	5,1	± ODG	4,7	± 23	15
P total	mg P/L	0,90	± 15	0,78	± 20	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				
		EUROFINS		CEA		EUROFINS		CEA		Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	Résultat	Incertitude (en%)	
Tritium	Bq/L	24	± 23	17	± 31	23	± 24	17	± 32	1000
Carbone 14	Bq/L	3,3	± 67	< 1,5		2,6	± 81	< 1,5		16
Activité Alpha globale	Bq/L	< 0,060		< 0,024		< 0,070		< 0,022		0,1
Activité Béta globale	Bq/L	0,080	± 63	0,25	± 21	0,32	± 19	0,24	± 21	2
MES	mg/L	< 2,0		< 2,0		17	± 10	16	± 19	30
DBO5	mg/L	< 3,0		< 3,0		3,0	± 40	7,2	± 20	30
DCO	mg/L	< 5,0		9,7	± 23	21	± 10	30	± 21	100
Bromures	mg/L	0,065	± 25	< 0,094		0,30	± 25	0,28	± 15	10
Fluorures	mg/L	< 0,10		0,14	± 17	< 0,10		0,13	± 18	2
Chlorures	mg/L					81	± 10	83	± 9	1,5
Sulfates	mg/L					60	± 15	64	± 9	250
Nitrites	mg/L					0,10	± 5	0,11	± 20	0,5
Ammonium	mg/L					1,8	± 10	1,7	± 35	0,5
Nitrates	mg/L					6,0	± 5	5,8	± 16	75
N total	mg N/L	3,0	ODG	3,2	± 33	3,4	ODG	3,2	± 16	30
P total	mg P/L	0,11	± 15	0,16	± 40	0,19	± 15	0,23	± 15	5
Cyanures	µg/L	< 10		< 10		< 10		< 10		100
Indice phénol	µg/L	< 10		< 10		< 10		< 10		300
Indice hydrocarbures	mg/L	0,036	± 20	< 0,10		< 0,030		< 0,10		0,5
Aluminium	µg/L	163	± 30	49	± 15	690	± 30	36	± 15	400
Arsenic	µg/L	0,25	± 20	0,25	± 19	0,69	± 20	0,41	± 15	50
Beryllium	µg/L	< 0,010		< 0,10		0,020	± 35	< 0,10		2
Bore	µg/L	44	± 30	43	± 18	31	± 29	31	± 18	120
Cadmium	µg/L	0,13	± 20	0,13	± 23	0,11	± 20	< 0,10		5
Chrome	µg/L	0,73	± 25	< 1,0		1,1	± 25	< 1,0		20
Cuivre	µg/L	5,9	± 15	4,5	± 17	10	± 20	4,7	± 16	100
Etain	µg/L	< 0,20		< 1,0		< 0,20		< 1,0		100
Fer	µg/L	0,040	± 35	< 5,0		950	± 35	37	± 14	1000
Manganèse	µg/L	4,8	± 30	< 5,0		78	± 29	66	± 15	200
Mercuré	µg/L	0,24	± 35	0,17	± 25	0,040	± 35	< 0,050		5
Nickel	µg/L	1,3	± 15	1,3	± 18	1,9	± 15	1,5	± 17	50
Plomb	µg/L	< 0,10		< 0,50		5,5	± 25	0,73	± 27	50
Zinc	µg/L	17	± 29	19	± 15	62	± 31	28	± 15	2000
Tributylétain	µg/L	< 0,00005		< 0,050						< seuil détection
AOX	µg/L	1400	± 45	440	± 12	180	± 45	120	± 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 fer. Cette différence est probablement due à la méthode analytique utilisée avec des préparations 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.

MESURES EN DIFFÉRÉ SELON DECISION

N° 2009-DC-0156 : R5 ET R8

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

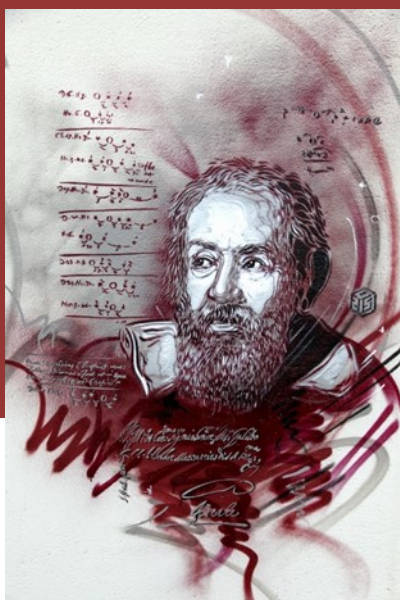
		R5 amont			R8				
		EUROFINS		CEA	Concentration maximale	EUROFINS		CEA	Concentration maximale
		Résultat	Incertitude (%)	Résultat		Incertitude (%)	Résultat	Incertitude (%)	
MES	mg/L	3,4 ± 10	3,3 ± 21	50	23 ± 10	22 ± 18	30		
DBO5	mg/L	4,0 ± 40	4,4 ± 20	30	6,1 ± 40	23 ± 20	30		
DCO	mg/L	19 ± 10	23 ± 22	100	48 ± 10	55 ± 19	100		
Bromures	mg/L				0,062 ± 26	< 0,094	10		
Fluorures	mg/L	0,20 ± 20	0,29 ± 11	1	< 0,10	0,11 ± 20	1		
Chlorures	mg/L	107 ± 10	110 ± 11	200					
Sulfates	mg/L	95 ± 15	97 ± 8,0	500					
N total	mg N/L	5,5 ODG	5,2 ± 11	30					
Phosphore total	mg P/L	0,49 ± 35	0,52 ± 25	5	0,46 ± 15	0,49 ± 14	5		
Cyanures	µg/L	< 10	< 10	50	< 10	< 10	< seuil de détection		
Indice phénol	µg/L	< 10	< 10	100					
Indice hydrocarbures	mg/L	< 0,030	< 0,10	2					
Aluminium	µg/L	126 ± 30	47 ± 15	500	269 ± 30	13 ± 15	1000		
Arsenic	µg/L	0,50 ± 20	0,45 ± 17	5					
Cadmium	µg/L	0,13 ± 20	0,18 ± 22	5					
Chrome	µg/L	0,67	< 1,0	10	0,77 ± 25	< 1,0	5,0		
Cuivre	µg/L	12 ± 17	5,8 ± 17	100	11 ± 18	4,2 ± 16	100		
Etain	µg/L	< 0,20	< 1,0	20					
Fer	µg/L	110 ± 35	22 ± 14	500	2700 ± 35	64 ± 14	1000		
Manganèse	µg/L	8,6 ± 30	< 5,0	200					
Mercure	µg/L	0,11 ± 35	0,090	5					
Nickel	µg/L	1,3 ± 15	1,2 ± 16	50	3,5 ± 15	2,7 ± 16	50		
Plomb	µg/L	1,4 ± 25	< 0,50	100	5,2 ± 25	< 0,50	50		
Zinc	µg/L	43 ± 30	31 ± 15	500	93 ± 30	38 ± 15	2000		
Tributylétain	µg/L				< 0,00005	< 0,050	< seuil de détection		
Chrome VI	µg/L				< 20	< 5,0	< seuil de détection		
AOX	µg/L	700 ± 45	250 ± 10	700	56 ± 45	42 ± 16	1000		

ODG: Ordre De Grandeur

Les résultats des mesures effectuées par les deux laboratoires sont globalement bien corrélés au regard des limites réglementaires, à l'exception des mesures de certaines traces métalliques (zinc, aluminium, cuivre, fer...). La différence est probablement due à la méthode analytique utilisée avec des préparations d'échantillons différentes.

Une différence est également observée sur les AOX comme les années précédentes : celle-ci est probablement due aux méthodes analytiques ou aux phases de préparation d'échantillons. Les résultats restent cependant inférieurs aux limites réglementaires.





C215 n° 9

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

La maîtrise de l'impact des activités du centre sur son environnement fait l'objet d'une démarche globale pilotée par la direction du centre. Au-delà de la surveillance des rejets radioactifs ou chimiques des installations du centre et de son environnement, de nombreuses autres actions relèvent de la protection de l'environnement. Nous avons regroupé dans les paragraphes suivants les principales d'entre elles, que celles-ci relèvent de prescriptions réglementaires ou simplement d'initiatives du CEA Saclay.

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

DÉMARCHE DE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL ET DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Au-delà des strictes exigences réglementaires, le CEA Saclay est engagé depuis 2002 dans une dé-

marche de management environnemental selon le référentiel ISO 14001 qui concerne la totalité des activités menées sur le site principal et le site annexe de l'Orme des Merisiers.

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

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

La qualité du système de management environnemental du centre et sa conformité à la norme ISO 14 001 sont vérifiées chaque année par des organismes certificateurs. En 2019, l'audit de renouvellement a, comme les années antérieures, confirmé la certification du CEA Paris-Saclay pour les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses.

La politique environnementale concerne l'information et l'écoute des parties intéressées (autorités, commission locale d'information, collectivités locales), la prévention des pollutions et l'amélioration continue des performances environnementales, la surveillance des sites et de leur environnement, la gestion des situations accidentelles et, bien entendu, le respect des dispositions réglementaires.

PRÉVISIONS ANNUELLES DES REJETS ET DE PRÉLÈVEMENT D'EAU

Applicable à partir de janvier 2014, l'article 4.4.3 de l'arrêté INB demande que l'exploitant définisse annuellement, à partir de la programmation de ses activités, une prévision chiffrée des prélèvements et consommation d'eau ainsi que des rejets d'effluents auxquels il compte procéder. Cette prévision a été établie pour l'année 2019 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 ACTIVITES DES INSTALLATIONS

En 2019, il n'y a pas eu d'évolution notable des activités prévisibles des INB du site de Saclay.

REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS GAZEUX

La conformité aux prévisionnels annuels a été globalement respectée, aucun dépassement n'est à

noter concernant les rejets des l'INB quelle que soit leur nature.

REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES GAZEUX

Sur le site de Saclay, deux INB sont concernées :

- l'INB 35, pour des rejets d'ammoniac (NH₃) lors des campagnes de prétraitement chimique à l'atelier Stella ;
- l'INB 77, pour des rejets d'ozone (O₃) lors du fonctionnement des irradiateurs.

INB		35	77
Ammoniac (Kg)	Prévision	20	-
	Réalisé	0,31	
Ozone (Kg)	Prévision	-	35
	Réalisé		29,2

Les rejets effectifs en 2019 sont inférieurs aux prévisions et en deçà des autorisations de rejet fixées pour un flux annuel en NH₃ de 250kg et un flux annuel en ammoniac de 300kg.

CONSOMMATIONS D'EAU

INB	Prévisions (m ³)	Résultats (m ³)
18	10	25
35	300	206
40	250 000	202 891
49	800	329
50	800	285
72	400	384
77	500	394
101	160 000	78 171

Toutes les prévisions ont été globalement respectées sauf pour l'INB 18 en raison d'une consom

INB		18	35	40	49	50	72	101
Gaz rares (GBq)	Prévision	-	-	2 500	-	2 000	50	7 000
	Réalisé	-	-	544	-	876	46	2 553
Tritium (GBq)	Prévision	2	100	150	50	10	300	1 200
	Réalisé	0,01	64	61	1,0	4,5	40	1 107
Carbone 14 (GBq)	Prévision	-	20	0,7	-	-	-	3
	Réalisé	-	8,0	0,4	-	-	-	1,5
Iodes (GBq)	Prévision	-	0,00020	0,00070	-	0,00070	0,00050	0,00030
	Réalisé	-	0,00012	0,00043	-	0,00066	0,00045	0,00030
Autres émetteurs β-γ (GBq)	Prévision	0,00020	0,00020	0,0010	0,00020	0,0040	0,00020	0,00010
	Réalisé	0,000005	0,00017	0,00051	0,00009	0,0013	0,00014	0,0001

mation plus importante en fin de phase d'assainissement.

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 2019, ces rejets directs ont été comptabilisés à 307 000 m³ (y compris les rejets d'eaux pluviales de la partie nord du centre) dont 203 000 m³ pour les seules eaux de refroidissement de l'INB 40.

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

La poursuite du programme pluriannuel d'entretien et de rénovation des réseaux d'eaux et d'effluents s'est traduite par le remplacement de 629 m linéaires en 2019 dont voici le détail :

Eau recyclée : 195 m
 Eau potable : 199 m
 Effluents sanitaires : 212 m
 Eaux pluviales : 23 m

GESTION DES SOLVANTS

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

Par ailleurs le site a une action globale d'inventaire

et de réduction des consommations de solvants pour l'ensemble des installations.

REJETS GAZEUX NON RADIOACTIFS : ÉMISSIONS DE SUBSTANCES APPAUVRISANT LA COUCHE D'OZONE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

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

SUBSTANCES APPAUVRISANT LA COUCHE D'OZONE (SACO)

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

Par ailleurs, les INB du site de Saclay ont poursuivi leur programme d'élimination des HCFC (hydrochlorofluorocarbures) pour lesquels, conformément à la réglementation européenne, les appareils en contenant ne peuvent plus être maintenus à compter du 1^{er} janvier 2015.

GAZ À 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. Cet accélérateur n'a pas fonctionné en 2019.

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 %).

INB	Consommation 2019 (en L)	Répartition
INB 18	0	
INB 35	1	Éthanol
INB 40	189	Éthanol (170 L) - - Acétone (19 L) -
INB 49	32,5	Propanol (1 L) – Chloroforme (5 L) Éthanol (8 L) – Kérosène (9 L) – Méthanol (9 L) – Tétrachloroéthane (0,5 L)
INB 50	5	Éthanol (5 L) -
INB 72	0	
INB 77	0	
INB 101	0	

LES DÉCHETS

LES DÉCHETS CONVENTIONNELS

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



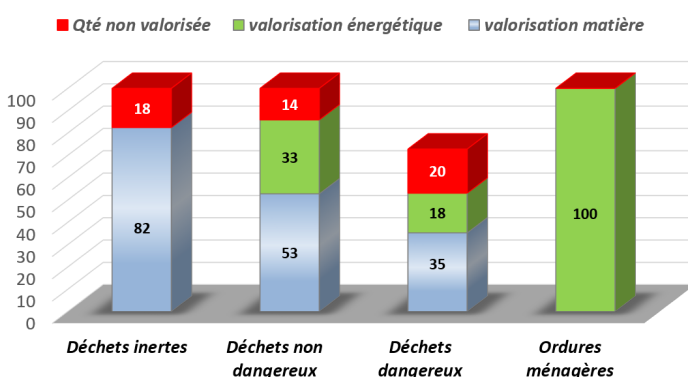
par ordre de priorité décroissant, soit :

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

La volonté du 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 graphe et tableau ci-après présentent les taux de valorisation des diverses catégories de déchets conventionnels produits sur le site CEA de Saclay. En 2019, ce taux de valorisation global toute catégorie de déchets confondue est de 85,7 %.

Taux de valorisation des déchets (%) - Site de Saclay



Au total, le site du CEA Saclay a évacué 11 978 tonnes de déchets (14 163 tonnes en 2018, pour 9 632 tonnes en 2017). L'évacuation de déchets inertes fluctue d'une année sur l'autre en fonction des chantiers. En 2019, le taux de valorisation des déchets inertes a diminué en raison d'une quantité plus importante d'évacuation de gravats vers des centres d'enfouissement sans valorisation possible contrairement aux années précédentes où les déchets inertes étaient majoritairement composés de terres et de cailloux à 100% valorisables.

La part des déchets non dangereux a baissé pour revenir au niveau de 2017 et celle des déchets dangereux reste stable avec un taux de valorisation autour de 50 %.

Déchets	TONNAGES			% de valorisation		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Déchets inertes	7 406	11 662	9 740	98%	98%	83%
Déchets non dangereux	1 920	2 203	1 930	90%	91%	86%
Déchets dangereux	306	298	308	53%	47%	53%

LES DÉCHETS RADIOACTIFS

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

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

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

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 2019, le CEA site de Saclay a expédié :

- 612 m³ de déchets de très faible activité (TFA) au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIRES) de l'ANDRA ;
- 412 m³ de déchets de faible et moyenne activité (FMA) envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA) de l'ANDRA ; et 10 m³ de déchets incinérables vers l'installation de traitements de déchets de Centraco (INB 160) à Marcoule;

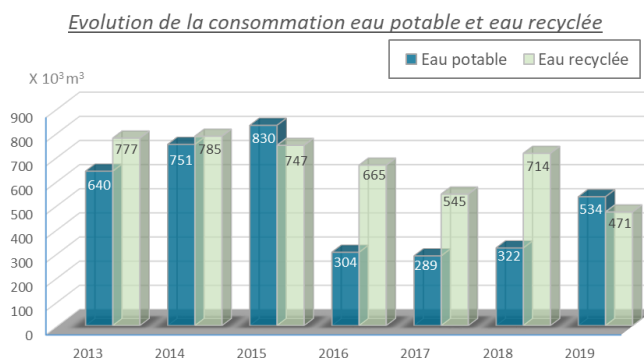
LES CONSOMMATIONS D'EAU

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

Les plus gros postes consommateurs d'eau en 2019 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 (51 %) essentiellement pour l'appoint des circuits de refroidissement du réacteur,
- pour l'eau recyclée, l'ensemble des INB de gestion des déchets et des effluents actifs ainsi que les INB en cours de démantèlement (49%) et la climatisation du bâtiment siège 447 (29%).

La figure suivante illustre la variabilité annuelle des consommations du site de Saclay en eau de ville et en eau recyclée (relevés au compteur général).



Contrairement aux années précédentes, la consommation en eau de ville est plus importante que celle de l'eau recyclée du fait des différents travaux intervenus sur la station d'eau recyclée ayant entre autres nécessité sa mise à l'arrêt à plusieurs reprises.



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 principalement deux zones, une zone sud, où le marquage est le plus important, et une zone ouest.

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

Pour mener à bien ces opérations, le site CEA de Saclay s'est appuyé sur l'expertise du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Après avoir caractérisé au mieux la localisation de la source de pollution, celui-ci a recommandé la mise en œuvre d'une opération de dépollution par ventilation de la zone non saturée des Sables de Fontainebleau. Celle-ci s'est déroulée sur une période de 7 mois de septembre 2012 à avril 2013. Une masse relativement significative, d'environ 200 Kg de COHV (principalement du trichloréthylène), a été extraite dont 50% pendant les deux premiers mois.

Une baisse notable des niveaux de TCE et PCE dans l'eau du piézomètre F47 est observée depuis mi-2015 (facteur 2 à 3) en relation avec les opérations de venting réalisée en 2013 mais avec un certain retard (2 ans) lié au déplacement très lent de la nappe des sables de Fontainebleau (quelques mètres par an). Ce piézomètre est en effet situé en aval hydraulique de cette zone sud.

Ce constat permet de confirmer le modèle retenu par le BRGM et le bien-fondé de la méthode retenue.

Sur la base du rapport détaillé des résultats des investigations, rapport établi début 2014, les conditions de la poursuite des opérations de la dépollution de la zone sud, conjointement à la caractérisation de la zone ouest, ont été définies et réalisées en 2015.

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

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

Une réunion de concertation avec la DRIEE UT91 s'est tenue en Juin 2019 pour faire le point sur ce dossier et le CEA s'est engagé sous 6 mois à proposer une stratégie globale à l'échelle du centre d'amélioration de la connaissance de l'état de la nappe de sables de Fontainebleau avec la mise en place d'investigations complémentaires avec le soutien du BRGM.

MAÎTRISE DE L'ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT

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

Le 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

TCSP

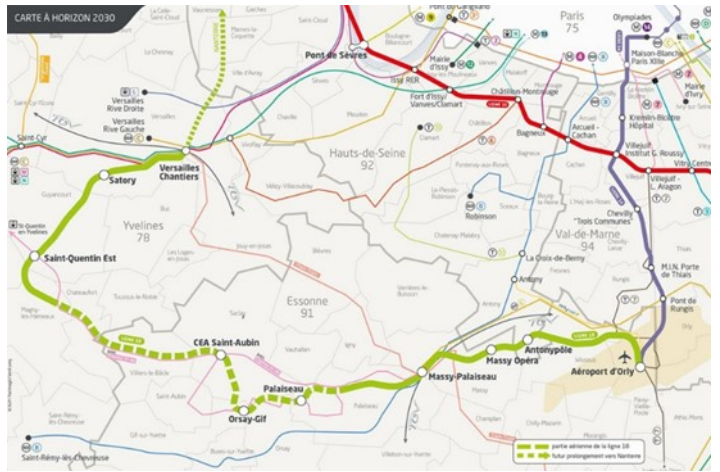
Le projet de transport en commun en site propre (TCSP) Massy-Saint-Quentin a débuté au début des années 2000 par la mise en service d'une ligne entre Saint-Quentin-en-Yvelines et Magny-les-Hameaux. En 2009, c'est le tronçon Massy-école polytechnique qui a été mis en service.

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



Ligne 18 du Grand Paris Express

Le projet de métro automatique reliant Orly à Versailles, la ligne 18 du Grand Paris Express, a fait l'objet depuis quelques années de nombreuses con-



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

Outre la mutualisation de certains services privés (restauration collective, transports, conciergerie, équipements sportifs...), POLVI apporte son sou-

tien 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.

CONNAISSANCE ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

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.

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 site de 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 site de 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.





C215 n° 10

ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS ET ACTIONS CORRECTIVES

ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS

DÉCLARÉS À L'ASN

DIVISION D'ORLÉANS

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

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

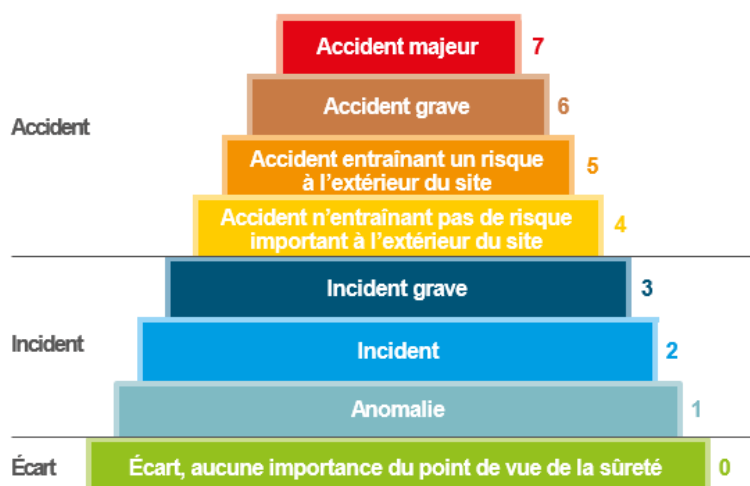
Au sein de la Direction de la sûreté et de la sécurité nucléaire (DSSN), les événements significatifs déclarés aux autorités de sûreté font l'objet d'un suivi en continu. Leur analyse permet d'en tirer des enseignements qui, lorsqu'ils sont particulièrement intéressants et transposables aux diverses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

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

En 2019, le CEA Paris-Saclay a déclaré à l'ASN vingt-cinq événements significatifs relatifs aux INB du site de Saclay, dont deux dans le domaine de l'environnement, deux dans le domaine de la radioprotection, un à la fois dans le domaine de la sûreté et dans le domaine de la radioprotection et deux dans le domaine des transports. Ces événements n'ont pas été classés sur l'échelle INES ou sont restés au niveau zéro de celle-ci, à l'exception de celui déclaré le 19 juillet à l'INB 40. Seuls les événements de niveau 1 font l'objet d'un communiqué de presse.

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 sept niveaux (de 1 à 7). Le plus haut niveau correspond à la gravité de l'accident de Tchernobyl. Les événements sans importance pour la sûreté sont appelés écarts et sont classés « en dessous de l'échelle/niveau 0 ». Il est à noter que seuls les incidents de niveau supérieur ou égal à 1 font l'objet d'un communiqué de presse. 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. Une nouvelle version du manuel de l'utilisateur d'INES, élaborée par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) en coordination avec l'Agence pour l'Energie Nucléaire de l'OCDE (AEN), a été adoptée le 1er juillet 2008. 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 déclarés en 2019 à l'ASN sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Niveau	Date de déclaration	INES	Évènements
0	7/01/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Présence d'un emballage RD16 chargé d'un fût de déchets solides (colis 5E) dans une zone d'entreposage d'emballages vides
0	28/01/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Indisponibilité du démarrage automatique du groupe électrogène de l'INB 72
0	8/02/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Chute du fût n°998 lors de son opération de reprise dans le puits 14
0	20/03/2019	40 Réacteur de recherche Osiris	Indisponibilité partielle non concertée de l'appoint d'eau de secours de la piscine de l'INB 40
0	2/04/2019	40 Réacteur de recherche Osiris	Écart relatif à la gestion de sources scellées d'activité supérieure aux seuils d'exemption
0	17/04/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Non-respect fugitif de la distance d'exclusion autour de l'emballage RCC requise par les RGE
0	18/04/2019	35 Zone de gestion des Effluents radioactifs	Fuite de la solution de rinçage dans la rétention de la tour évaporateur de l'atelier STELLA à la suite d'une campagne d'évaporation
*Hors échelle INES	15/05/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Perte de la surveillance des rejets du bâtiment 619 CÉLIMÈNE pendant plus de 4 heures
*Hors échelle INES	15/05/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Présence d'un déchet nucléaire dans une zone d'entreposage de déchets conventionnels

Niveau	Date de déclaration	INES	Évènements
0	18/06/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Blocage au niveau du toit de la cellule K10 d'une poubelle résine à l'intérieur d'un château P10
1	19/07/2019	40 Réacteur de recherche Osiris	Indisponibilité de la détection incendie dans le hall (niveau 0) d'Isis
0	29/07/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Non-respect du chapitre 11 des RGE concernant l'échéance de l'agrément du modèle de colis IR100 pour le transport interne
0	7/08/2019	40 Réacteur de recherche Osiris	Indisponibilité du groupe électrogène fixe de l'INB 40 détectée lors de son essai mensuel
0	3/09/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Transport d'un emballage TN 106 chargé d'un étui de combustible irradié avec une des quatre sangles d'arrimage légèrement usée
0	12/09/2019	35 Zone de gestion des effluents radioactifs	Réalisation incomplète d'un contrôle périodique mentionné au chapitre 7 des RGE
0	11/10/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Non-respect du délai de réalisation d'une inspection périodique d'un équipement sous pression (ESP) mentionné au chapitre 7 des RGE de l'INB 72
0	22/10/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Présence imprévue d'effluents radioactifs liquides dans une ancienne canalisation inutilisée et bouchonnée
0	25/10/2019	49 Laboratoires haute activité	Perte d'intégrité d'une portion de gaine de l'ECG (Extracteur Collecteur Général) de l'INB 49
0	28/10/2019	101 Réacteur de recherche Orphée	Contamination interne en tritium de quatre salariés
0	12/11/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Non réalisation du CEP visite annuelle du groupe électrogène fixe dans les délais définis dans les RGE
0	19/11/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Déformation partielle d'un fût de déchets FA lors de sa maintenance au transstockeur
0	19/11/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Non-respect du chapitre 11 des RGE de l'INB 50 concernant le nombre de transports autorisés avant test d'étanchéité pour l'emballage RD 15 II B modifié
0	10/12/2019	50 Laboratoire d'étude des combustibles irradiés	Fissuration de la face externe d'un hublot de l'atelier Célimène
0	13/12/2019	40 Réacteur de recherche Osiris	Défaillance des batteries de l'onduleur du poste de repli détectée à la suite de la visite annuelle constructeur
0	20/12/2019	72 Zone de gestion des déchets solides	Indisponibilité de certains réseaux électriques secours par le groupe électrogène de l'INB 72 pendant des opérations d'exploitation

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

Exploitation du retour d'expérience de l'événement de niveau 1 déclaré le 19 juillet 2019

Objet : Dysfonctionnements d'un système de détection d'incendie situé dans le hall du réacteur Isis (INB 40)

Résumé :

Au cours d'une campagne de contrôle des équipements de détection d'incendie, réalisée courant avril 2019 dans l'INB 40 de l'établissement de Saclay, l'entreprise chargée des contrôles périodiques a constaté qu'un système de détection d'incendie situé dans le hall du réacteur Isis présentait des dysfonctionnements. Les autres systèmes de détection d'incendie de l'installation sont restés fonctionnels. Une analyse complète du système en dysfonctionnement a conclu, le 16 juillet 2019, que la fonction de détection d'incendie et l'alarme asso-

ciée était inopérante dans le local. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel, le public ou l'environnement et des mesures ont été prises dès le 16 juillet 2019 pour remédier aux dysfonctionnements constatés. Du fait de l'analyse complète tardive de ces dysfonctionnements, le CEA a proposé à l'Autorité de sûreté nucléaire de classer cet événement au niveau 1 de l'échelle INES.

Mesures prises : La centrale de détection d'incendie défaillante a été remplacée et requalifiée. L'ensemble du matériel est opérationnel et fonctionne correctement. En complément, des mesures organisationnelles ont été mises en œuvre afin d'améliorer le suivi des contrôles et essais périodiques liés à la détection d'incendie. Pour informer les autres installations du CEA, le fichier central des événements significatifs (FCE) a été renseigné et l'événement a été présenté dans le cadre des changes entre centres.



INB 40 : Hall du réacteur OSIRIS



C215 n° 11

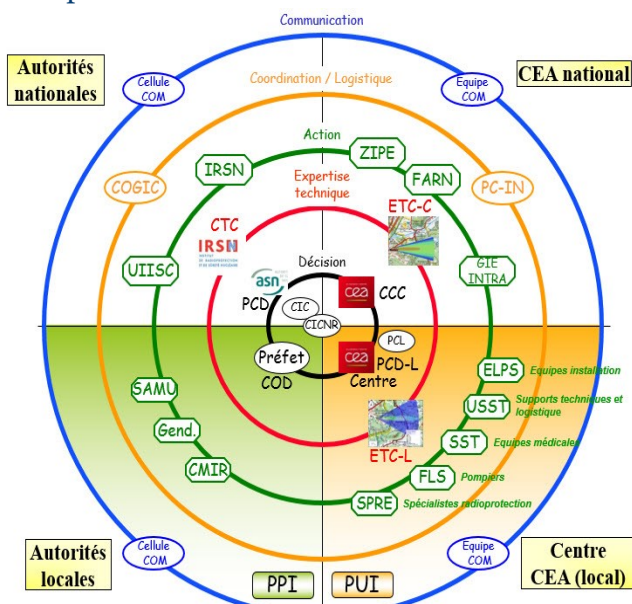
MAÎTRISE DES SITUATIONS D'URGENCE

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

À la suite d'échanges entre l'ASN et le CEA portant sur la prescription ND15 relative aux locaux de

gestion des situations d'urgence, l'ASN a demandé au CEA, par la décision CODEP-DRC-2019-010818 du 6 septembre 2019, de déposer au plus tard le 31 décembre 2019 un dossier relatif à la justification et au dimensionnement de ses futurs locaux de gestion des situations d'urgence pour le site de Saclay.

Le CEA a répondu à cette demande en transmettant le 6 décembre 2019 un dossier de dimensionnement des futurs locaux du Poste de commandement direction local (PCDL) du site de Saclay



EXERCICES DE CRISE

En 2019, deux exercices de crise de grande ampleur ont été organisés. Ils ont mobilisé tout ou partie de l'organisation de crise du site CEA de Saclay :

- Le 23 mai 2019, un exercice sûreté (incendie et chute de colis en INB) à l'INB 72 avait pour objectif de tester l'organisation et la coordination des diverses interfaces ainsi que le dispositif prévu en cas de crise concernant la sûreté nucléaire pouvant conduire à des conséquences radiologiques sur l'installation et l'environnement. Il s'est déroulé en deux phases :

- Une phase réflexe pour tester la mise en œuvre des procédures d'intervention de la FLS du SPRE, du SST, en coordinations avec les personnels assu-

rant les premiers secours dans l'installation.

- Une phase réfléchie pour élaborer un plan d'intervention dans la zone du sinistre. Cet exercice 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.

- **Le 21 novembre 2019**, un exercice complexe combinant crise sécuritaire et sûreté à l'INB 101 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 comportait deux grands axes d'évaluation : d'une part, la mise en oeuvre des procédures réflexes de la FLS en cas d'intrusions de malveillants, d'autre part les interactions avec les services d'intervention extérieurs au site CEA de Saclay, gendarmerie et RAID.

En plus de ces deux exercices de terrain, deux mises en situation ont également eu lieu :

- **Le 4 juillet 2019**, un exercice inopiné de test de la réactivité de la chaîne d'astreinte (du PCDL jusqu'au CCC) s'est déroulé de 5h50 à 8h. Il s'agissait d'une mise en situation inopinée de crise interne en heures non ouvrables de type PUI. Le but était de tester la réactivité de la chaîne d'astreinte (postes PUI au PCDL) jusqu'à la première visioconférence avec le CCC. Un accident de la circulation était simulé entre une voiture particulière et une citerne transportant des effluents faiblement actifs sortant de l'INB 50 (LECI). Le conducteur était inconscient et incarcéré dans son véhicule. La mise en situation s'est déroulée de façon nominale. Les personnels ont gréé leurs postes de crise dans les temps impartis.

- **Le 27 septembre 2019**, un événement climatique majeur rendait inopérant le PCDL de Saclay. Il s'agissait de tester le gréement du PLCM (Poste de commandement mobile) du site de Fontenay-aux-Roses en PCDL de repli sur le site de Saclay, sur l'ancienne gare routière proche du bâtiment 530A. La mise en situation a consisté à tester la réactivité du déploiement et l'accès aux documents de crise, l'activation du CCC et l'alerte ASN Orléans via des moyens satellitaires.

FORMATIONS ET PRÉPARATIONS À DES SITUATIONS ACCIDENTELLES PARTICULIÈREMENT STRESSANTES

En complément aux nombreux exercices mettant en oeuvre un PUI, des exercices techniques sont réalisés au titre de la réglementation 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 au cours du premier et second semestre 2019 ;

- 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 oeuvre ;

- une formation des cadres de direction a été dispensée en interne en 2019 aux directeurs et cadres de direction d'astreinte (non déjà formés), s'appuyant sur des procédures, modes opératoires et fiches réflexes opérationnelles pour assurer une gestion optimale de la première heure de crise ;





C215 n° 12

INFORMATION – COMMUNICATION

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

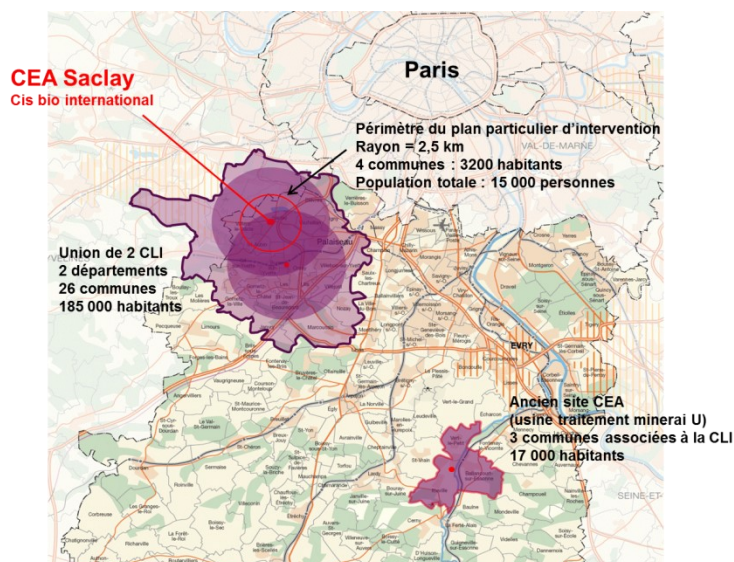


La CLI de Saclay a été créée en décembre 1998. Elle est présidée, depuis 2015, par Brigitte Vermillet vice-présidente du Conseil Départemental de l'Essonne déléguée au développe-

ment durable et à l'environnement.

Le champ d'action de la CLI de Saclay a été élargi 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 quali-



fiées 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 1^{er} décembre 2015).

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

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 Ma-

dame 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).

PÔLE 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

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



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.

La CLI s'est réunie en séances plénières les 4 juillet 2019 et le 7 janvier 2020. Au cours de ces séances 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.
- Une présentation du démantèlement de l'INB 18 (réacteur Ulysse) ,
- l'activité des pôles de la CLI.

La CLI a également organisé le 11 décembre 2019 une réunion publique sur un format innovant. Cette réunion « la surveillance de la radioactivité dans l'environnement » a réuni un peu plus d'une quarantaine de personnes, ce qui, compte-tenu des difficultés de transports et de circulation liées aux grèves, était plutôt positif. La répartition des participants était la suivante :

- Environ 10 personnes : intervenants (chargé de mission CLI, IFFO-RME & IRSN), exploitants (CEA, CIS-BIO), partenaires et institutionnels (ANCCLI, DRIEE..),
- Environ 10 membres de la CLI (tout collègue confondu)
- Environ 25 riverains du secteur géographique de la CLI (associations, riverains...).

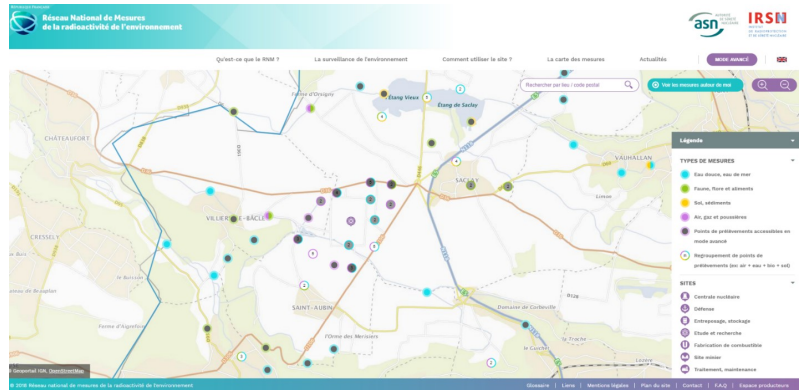
Le modèle participatif et innovant de cette réunion publique qui pour la première fois se déroulait dans une commune des Yvelines sur le périmètre de la CLI a permis de créer des situations favorables à de riches échanges autour de 4 tables thématiques .

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 PARIS-SACLAY

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





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.

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 kilo-électronvolt (keV) ou mégaelectronvolt (MeV). Un mégaelectronvolt est égal à $1,6 \cdot 10^{-13}$ 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.

???

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 parti-

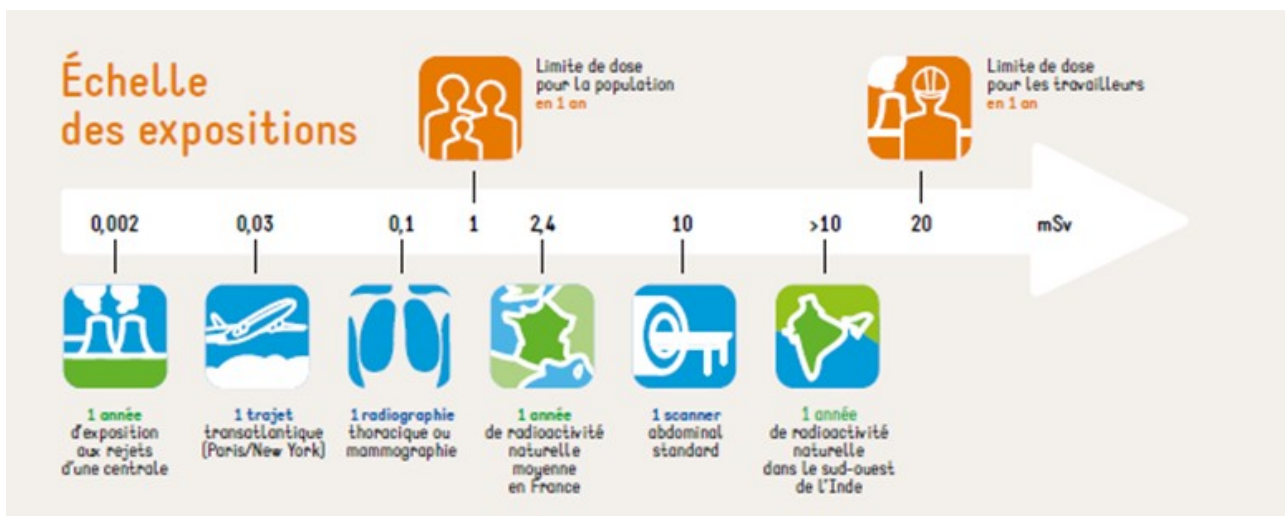
cules alpha. La source des rayons cosmiques est incertaine. Cependant on sait que le Soleil, lorsqu'il est très lumineux, émet des rayons cosmiques de faible énergie. Mais ce phénomène est beaucoup trop rare pour être la seule source des rayons cosmiques dans l'univers. Les supernova sembleraient être 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



E=mC215



Christian Guémy alias C215

STREET ART SUR LES MURS DU CEA SITE DE 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 oeuvres de C215 découvertes au fil des chapitres :



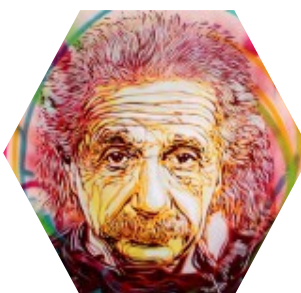
Chap. 1 : Une rangée de peupliers ; au loin, un réacteur. Une bien étrange cité ! Une rangée de peupliers côtoie des réacteurs. Des ormes et des merisiers couvrent un accélérateur souterrain. Bien des présidents et des ministres sont venus au CEA Saclay pour inaugurer des installations de pointe comme 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 l'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 $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 $E=mc^{215}$ 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 folâtraient 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 radio-pharmaceutiques

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

GSNIEN : groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire

HCFC : hydrochlorofluorocarbures

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)

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 oeuvre 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 Paris-Saclay
Site de Saclay
91191 Gif-sur-Yvette Cedex
Téléphone : 01 69 08 34 16
Télécopie : 01 69 08 97 19
www.cea.fr

Rapport environnemental 2019



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea
SACLAY