



Rapport environnemental annuel
relatif aux installations nucléaires du
Centre Nucléaire de Production
d'Electricité de

Saint-Alban

2019

Bilan rédigé au titre de l'article 4.4.4 de l'arrêté
du 7 février 2012

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité	4
de Saint-Alban en 2019	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Saint-Alban	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint-Alban	5
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement	5
Partie II - Prélèvements d'eau	7
I. Prélèvement dans le Rhône	8
Partie III - Consommation et restitution d'eau	11
I. Consommation d'eau	11
II. Restitution d'eau	11
Partie IV - Rejets d'effluents	12
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	12
II. Rejets d'effluents liquides	19
III. Rejets thermiques	29
Partie VI - Surveillance de l'environnement	33
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	33
II. Physico-chimie des eaux souterraines	39
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	39
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	42
V. Acoustique environnementale	47
Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation	48
Partie VIII - Gestion des déchets	52
I. Les déchets radioactifs	52

II. Les déchets non radioactifs	56
ABREVIATIONS	59
ANNEXE 1	60

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Saint-Alban en 2019

I. Contexte

« La conformité à la réglementation en vigueur, la prévention des pollutions ainsi que la recherche d'amélioration continue de la performance environnementale » constituent l'un des engagements de la politique environnementale d'EDF.

Dans ce cadre, tous les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement sur et autour des CNPE.

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ce document présente le bilan de l'année 2019 du CNPE de Saint Alban en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Saint-Alban

Le CNPE de Saint-Alban emploie 765 salariés d'EDF et 379 salariés d'entreprises extérieures (chiffres à fin 2019). En période d'arrêt des unités, 600 à 2 000 intervenants supplémentaires viennent renforcer les équipes EDF pour réaliser des activités de maintenance.

Les installations regroupent deux unités de production d'électricité en fonctionnement :

- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques : Saint-Alban 1, sa mise en service a été déclarée le 1^{er} mai 1986.

Ce réacteur constitue l'installation nucléaire de base (INB) n°119 ;

- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques : Saint-Alban 2, sa mise en service a été déclarée le 1^{er} mars 1987.

Ce réacteur constitue l'installation nucléaire de base (INB) n°120.

Les installations nucléaires de base de Saint-Alban Saint-Maurice sont placées sous la responsabilité d'un directeur, qui s'appuie sur un comité de direction constitué d'une équipe en charge des différents domaines d'exploitation.

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint-Alban

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2019, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Saint-Alban n'a été identifiée.

IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, EDF mène des études afin d'améliorer la connaissance de ses rejets (identification de sous-produits de la morpholine et de l'éthanolamine, de sous-produits issus des traitements biocides, dégradation de la monochloramine et de l'hydrazine dans l'environnement etc.). EDF mène également des études afin d'améliorer la connaissance de l'incidence de ses rejets sur l'homme et l'environnement. Ces évaluations d'impact nécessitent en effet l'utilisation de valeurs de référence qui font l'objet d'une veille scientifique :

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,
- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

L'ensemble de ces évolutions scientifiques est intégré dans les études d'impact.

V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement

En 2004, le CNPE de Saint-Alban a été certifié, pour la première fois, ISO 14001. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de Saint Alban et la réglementation se sont sans cesse accrues au fil des années. Cette certification est le fruit de l'implication de l'ensemble des intervenants - personnels EDF et d'entreprises externes - dans une démarche de respect de l'environnement.

La norme ISO 14001 repose sur la mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental (SME). Cela signifie que la performance en matière de protection de l'environnement est intégrée dans l'organisation, c'est-à-dire dans toutes les décisions quotidiennes du CNPE de Saint-Alban. L'ensemble des salariés du CNPE, ainsi que le personnel intervenant pour le compte d'entreprises extérieures, sont impliqués dans le respect de l'environnement.

Dans le cadre de l'amélioration continue, le CNPE de Saint Alban a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces événements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

La déclaration d'ESE est établie à partir de critères précis et identiques sur tout le parc nucléaire. Ces critères sont définis par l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

1. Bilan des événements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les événements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Saint-Alban en 2019.

Typologie	Date	Évènement	Impact sur l'environnement	Principales actions correctives
ESE7	06/06/2019	Déclenchement C3 véhicule lors du passage d'une benne de déchets conventionnels	Aucune	Réparation de matériels, renforcement de la surveillance, communication auprès des entreprises de gestion de déchets
ESE6	18/06/2019	Cumul annuel des émissions de fluide frigorigène supérieur à 100 kg sur le CNPE de SAINT ALBAN sur l'année 2019	La perte de 109,6 kg de R134a, celle de 37,6 kg de R407c, celle de 7,5kg de R410a et celle de 4,8 kg de R22 contribuent à l'effet de serre.	Différentes actions correctives ont été définies en fonction des différentes pertes de fluides frigorigènes cumulées dans l'année (matériels, surveillance des entreprises, REX...)

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Il n'est noté aucun incident de fonctionnement sur l'année 2019.

Partie II - Prélèvements d'eau

L'eau est une ressource nécessaire au fonctionnement des CNPE et partagée avec de nombreux acteurs : optimiser sa gestion et concilier les usages est donc une préoccupation importante pour EDF.

Que cette eau soit prélevée en mer, dans un cours d'eau, ou dans des nappes d'eaux souterraines, son utilisation est strictement réglementée et contrôlée par les pouvoirs publics.

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- refroidir les installations,
- constituer des réserves pour réaliser des appoints ou disposer de stockage de sécurité,
- alimenter les circuits de lutte contre les incendies,
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés.

Un CNPE en fonctionnement utilise trois circuits d'eau indépendants :

- le circuit primaire pour extraire la chaleur : c'est un circuit fermé parcouru par de l'eau sous pression (155 bars) et à une température de 300°C. L'eau passe dans la cuve du réacteur, capte la chaleur produite par la réaction de fission du combustible nucléaire et transporte cette énergie thermique vers le circuit secondaire au travers des générateurs de vapeur.
- le circuit secondaire pour produire la vapeur : au contact des milliers de tubes en «U» des générateurs de vapeur, l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau circulant dans le circuit secondaire, lui-aussi fermé. L'eau de ce circuit est ainsi transformée en vapeur qui fait tourner la turbine. Celle-ci entraîne l'alternateur qui produit l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur repasse à l'état liquide dans le condenseur ; cette eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur pour un nouveau cycle.
- un troisième circuit, appelé « circuit de refroidissement » : pour condenser la vapeur et évacuer la chaleur, le circuit de refroidissement comprend un condenseur, appareil composé de milliers de tubes dans lesquels circule de l'eau froide prélevée dans la rivière ou la mer. Au contact de ces tubes, la vapeur se condense. Le CNPE de Saint Alban fonctionne avec un circuit de refroidissement totalement ouvert. De l'eau (environ 50 m³ par seconde) est prélevée pour assurer le refroidissement des équipements via le condenseur. Une fois l'opération de refroidissement effectuée, l'eau qui n'est jamais entrée en contact avec la radioactivité, est intégralement restituée dans la mer ou le fleuve, à une température légèrement plus élevée.

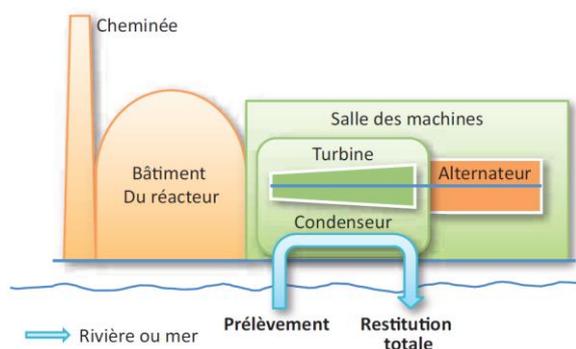


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

Annuellement, en moyenne, le volume d'eau nécessaire au fonctionnement du circuit de refroidissement d'un réacteur est compris entre 50 millions de mètres cubes (si le refroidissement est assuré par un aéroréfrigérant) et 1 milliard de mètres cubes (si l'eau est rejetée directement dans le milieu naturel) soit respectivement un besoin de 6 à 160 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Les besoins en eau d'un CNPE servent majoritairement à assurer son refroidissement et, donc, à produire de l'électricité. Cependant, comme tous les sites industriels, un CNPE a besoin d'eau pour :

- faire face, si besoin, à un incendie : l'ensemble des CNPE d'EDF est équipé d'un important réseau d'eau sous pression permettant aux équipes des services de conduite et de la protection des CNPE d'EDF d'intervenir dès la détection d'un incendie jusqu'à l'arrivée des secours externes, et ainsi en limiter sa propagation. Ces réseaux sont régulièrement testés afin de s'assurer de leur fonctionnement et de leur efficacité.
- se laver, boire et se restaurer : selon leur importance (de 2 à 6 réacteurs), les CNPE d'EDF accueillent de 600 à 2 000 salariés permanents (EDF et entreprises extérieures) auxquels s'ajoutent, lors d'un arrêt d'un réacteur pour maintenance, près de 1000 personnes supplémentaires. Les besoins en eau potable sont alors très importants, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.

I. Prélèvement dans le Rhône

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le Rhône de l'année 2019.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	337
Février	316
Mars	335
Avril	340
Mai	350
Juin	339
Juillet	351
Août	350
Septembre	244
Octobre	180
Novembre	308
Décembre	351
TOTAL (en millions de m³)	3 801

2. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2019

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2017 à 2019 avec la valeur du prévisionnel 2019.

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Fleuve	3392	Millions de m ³
2018		3276	
2019		3801	
Prévisionnel 2019		4000	

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches.

3. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des volumes annuels d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n°2014-DC-0469.

Limites de prélèvement			Prélèvement	
Prescriptions	Valeur	Unité	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit instantané	140	m ³ / s	132.5	129.6
Volume journalier	12 000 000	m ³	11 362 860	10 366 940
Volume annuel	4 000 000 000	m ³	349 183 620	315 329 385

Commentaires : La valeur maximale observée est inférieure à la limite autorisée.

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en rivière

L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

5. Opérations exceptionnelles de prélèvements dans le « Rhône »

Le CNPE de Saint-Alban n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le Rhône en 2019.

Partie III - Consommation et restitution d'eau

I. Consommation d'eau

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2019.

	Consommation d'eau (en milliers de m3)
Janvier	1 423
Février	1 133
Mars	1 444
Avril	1 590
Mai	1 548
Juin	1 460
Juillet	1 509
Août	1 509
Septembre	1 226
Octobre	1 243
Novembre	1 374
Décembre	1 519
TOTAL (en milliers de m3)	16 978

II. Restitution d'eau

La restitution d'eau dans le milieu correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la consommation. La restitution d'eau du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2019 est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Restitution d'eau (en millions de m3)
Janvier	336
Février	315
Mars	333
Avril	338
Mai	348
Juin	338
Juillet	349
Août	349
Septembre	243
Octobre	179
Novembre	307
Décembre	349
TOTAL (en millions de m3)	3784
Pourcentage de restitution d'eau par rapport au prélèvement	99,5

Partie IV - Rejets d'effluents

Comme beaucoup d'autres activités industrielles, l'exploitation d'un CNPE entraîne des rejets d'effluents à l'atmosphère et par voie liquide. Une réglementation stricte encadre ces différents rejets, qu'ils soient radioactifs ou non.

Chaque CNPE a mis en place une organisation afin d'assurer une gestion optimisée des effluents visant notamment à :

- réduire à la source la production d'effluents, notamment par le recyclage,
- réduire les rejets de substances radioactives ou chimiques au moyen de traitements appropriés,
- optimiser la production de déchets et valoriser les déchets conventionnels qui peuvent l'être.

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

- les rejets radioactifs liquides et atmosphériques, qui peuvent contenir :
 - o Tritium,
 - o Carbone 14,
 - o Iode,
 - o Autres produits de fission ou d'activation,
 - o Gaz rares.
- les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
 - o les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
 - o les rejets de produits issus des autres circuits non radioactifs (circuit de refroidissements des condenseurs, station de déminéralisation, station d'épuration).
- les rejets chimiques atmosphériques : un CNPE émet peu de substances chimiques par voie atmosphérique. Les émissions proviennent des groupes électrogènes de secours constitués de moteurs diesels ou de turbines à combustion consommant du gasoil, de pertes de fluides frigorigènes, du renouvellement de calorifuges dans le bâtiment réacteur et d'émanations de certaines substances volatiles utilisées pour la protection et le traitement des circuits.
- les rejets thermiques : quel que soit le mode de refroidissement (ouvert ou fermé) d'un CNPE, l'échauffement du milieu aquatique est limité par la réglementation propre à chaque CNPE.

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 100 fois inférieure à la limite réglementaire d'exposition reçue par une personne du public fixée à 1mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Pour les tranches en fonctionnement, il existe deux sources de rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère :

- les effluents dits « hydrogénés » proviennent du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Afin d'éviter tout mélange avec l'oxygène de l'air, ces effluents hydrogénés sont collectés et stockés, au minimum 30 jours dans des réservoirs où une surveillance régulière est effectuée. Durant ce temps, la radioactivité décroît naturellement, ce qui réduit d'autant l'impact environnemental. Les effluents sont contrôlés avant leur rejet. Pendant leur rejet, ils subissent systématiquement des traitements tels que la filtration à Très Haute Efficacité (filtres THE) qui permet de retenir les poussières radioactives. Ces rejets occasionnels sont dits « concertés ».
- Les effluents dits « aérés » qui proviennent de la collecte des événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs, de la dépressurisation du bâtiment du réacteur ainsi que de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les pertes de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. Les opérations de dépressurisation de l'air du bâtiment réacteur conduisent à des rejets dits « concertés ». L'air de ventilation transite par des filtres THE et, dans certains circuits, sur des pièges à iodes à charbon actif avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ».

Ces deux types d'effluents sont rejetés dans l'atmosphère par une cheminée dédiée à la sortie de laquelle est réalisé, en permanence, un contrôle de l'activité rejetée.

Les cinq catégories de radionucléides réglementés dans les rejets d'effluents à l'atmosphère sont les gaz rares, le tritium, le carbone 14, les iodes et les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) :

- Les principaux gaz rares issus de la réaction de fission sont le xénon 133, le xénon 135, le krypton 85 et le xénon 131. Ce sont des gaz inertes, ils ne sont donc pas retenus par les systèmes de filtration (filtres très haute efficacité THE et pièges à iodes).
- Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. C'est un émetteur bêta (électron) de faible énergie. Il est rejeté par les CNPE est très majoritairement issu de l'activation neutronique d'éléments tels que le bore 10 et le lithium 6 présents dans le fluide primaire.
- Le carbone 14 présent dans les rejets des CNPE est produit essentiellement par activation de l'oxygène 17 présent dans l'eau du circuit primaire. Une part plus faible est produite par l'activation de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire.
- Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium.
- Les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) émetteurs β ou γ , correspondent principalement au césium et au cobalt.

a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacun des rejets d'effluents du mois considéré. Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

b. Spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère

Le bilan des rejets d'effluents réalisés à l'atmosphère est déterminé pour chacune des cinq familles de radionucléides réparties comme suit :

- les gaz rares,
- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les Iodes,
- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère.

Paramètres	Radionucléide
Gaz rares	⁴¹ Ar
	⁸⁵ Kr
	^{131m} Xe
	¹³³ Xe
	¹³⁵ Xe
	^{133m} Xe
Tritium	³ H
Carbone 14	¹⁴ C
Iodes	¹³¹ I
	¹³³ I
Produits de fission et d'activation	⁵⁸ Co
	⁶⁰ Co
	¹³⁴ Cs
	¹³⁷ Cs

c. Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs pour les tranches en fonctionnement à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant.

¹ D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologue puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,93.10 ⁸	55,4	96,1	98,5	0,00159	0,00040
Février	3,57.10 ⁸	48,4	93,6		0,00417	0,00039
Mars	3,87.10 ⁸	53,3	119,2		0,00327	0,00042
Avril	3,75.10 ⁸	51	105,2	36,8	0,00169	0,00042
Mai	3,79.10 ⁸	50,9	75,9		0,00339	0,00039
Juin	3,71.10 ⁸	49,6	121,2		0,0028	0,00041
Juillet	3,81.10 ⁸	50	120,3	59,9	0,0018	0,00035
Août	3,95.10 ⁸	51,4	102,4		0,0020	0,00038
Septembre	4,03.10 ⁸	52,2	132,2		0,0018	0,00043
Octobre	4,18.10 ⁸	52,6	144,5	319	0,0016	0,00041
Novembre	4,00.10 ⁸	51,3	65		0,0014	0,00243
Décembre	4,12.10 ⁸	50,6	68,9		0,0031	0,00048
TOTAL ANNUEL	4,67.10⁹	617	1240	514	0,0286	0,00691

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 pour les tranches en fonctionnement.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2017	790	1450	186	0,021	0,005
2018	639	1590	462,2	0,019	0,00779
2019	617	1240	514	0,029	0,00691
Prévisionnel 2019	1000	1600	650	0,05	0,008

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2014-DC-0470.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	25 000	617
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^5$
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^5$
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1 400	514
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4 500	1240
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^6$	$3,89 \cdot 10^4$
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^6$	$4,64 \cdot 10^4$
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	0,029
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^2$	3,76
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^2$	2,17
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,007
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^2$	0,174
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$5 \cdot 10^2$	3,39

Commentaires : Les rejets radioactifs et les débits instantanés à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2014-DC-470 tout au long de l'année 2019.

2. Evaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

- les événements de réservoirs d'entreposage des effluents radioactifs (T, S), le réservoir de stockage de l'eau borée pour le remplissage des piscines,
- les rejets de vapeur du circuit secondaire par le système de décharge à l'atmosphère, susceptibles de renfermer de la radioactivité en cas d'inétanchéité des tubes de générateurs de vapeur.

Ces rejets, ne transitant pas par la cheminée instrumentée, sont dits « diffus », et font l'objet d'une estimation mensuelle par calcul visant notamment à s'assurer de leur caractère négligeable.

Les cumuls mensuels des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère est donnée dans le tableau suivant.

	Rejets de vapeur du circuit secondaire (Bq)	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'entreposage des effluents liquides Ex, T et S ainsi que des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines (Bq)
Janvier	2,73.10 ⁹	7,1.10 ⁷
Février	0	1,01.10 ⁸
Mars	4,52.10 ⁹	7,71.10 ⁷
Avril	4,74.10 ⁹	1,09.10 ⁸
Mai	0	6,36.10 ⁷
Juin	0	8,30.10 ⁷
Juillet	9,80.10 ⁷	6,78.10 ⁷
Août	0	9,62.10 ⁷
Septembre	1,73.10 ⁹	6,46.10 ⁷
Octobre	0	5,26.10 ⁷
Novembre	3,64.10 ⁸	6,03.10 ⁷
Décembre	0	3,50.10 ⁷
TOTAL ANNUEL	1,42.10¹⁰	8,81.10⁸

3. Rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs

Les CNPE engendrent également des rejets d'effluents à l'atmosphère non radioactifs dont les origines sont :

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO₂, NO_x) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance

conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.

- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

a. Rejets d'oxyde de soufre

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 113 heures, des turbines à combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 29 heures au total sur les 2 tranches pour 2019 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC	TOTAL
SOx	kg	241	82	323

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2019, 17m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs ont été renouvelés.

Ce volume donne une estimation des concentrations maximales ajoutées dans l'atmosphère.

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	2,82E-03	6,37E-05
		Monoxyde de carbone	2,63E-03	5,95E-05

c. Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à l'arrêt

L'estimation du rejet des espèces volatiles est la suivante :

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	89,6
Ethanolamine		6

d. Bilan des émissions gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes

Un bilan des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est réalisé annuellement par le CNPE de Saint-Alban.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est la suivante :

Paramètre	Unité	TOTAL
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	kg	4,8
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)		154,7
Hexafluorure de soufre (SF6)		2,04

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets d'effluents à l'atmosphère

L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

5. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents à l'atmosphère

Le CNPE de Saint-Alban n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2019.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

Lorsque l'on exploite un CNPE en fonctionnement, des effluents liquides radioactifs sont produits :

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (xénons, iodes, césiums, ...) et des produits d'activation (cobalts, manganèse, tritium, carbone 14...) et de fission. Ces effluents sont essentiellement produits en phase d'exploitation du fait des mouvements d'eau primaire effectués lors des variations de puissance ou de l'ajustement des paramètres chimiques de l'eau du réacteur...).
- Les effluents issus des circuits auxiliaires dits « effluents usés » constituent le reste des effluents. Ils résultent principalement des opérations de maintenance nécessitant des vidanges de circuit (filtres, déminéraliseurs, échangeurs...), des opérations d'évacuation du combustible usé et de conditionnement des résines usées, des actions de maintien de la propreté des installations (lavage du sol et du linge).

La totalité de ces effluents est collectée, puis traitée, pour retenir l'essentiel de la radioactivité.

Les effluents issus du circuit primaire sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Primaires (TEP). Celui-ci comprend une chaîne de filtration et de déminéralisation, un dégazeur permettant d'envoyer les gaz dissous vers le système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG), et une chaîne d'évaporation permettant de séparer l'effluent traité en un distillat

(eau) d'activité volumique faible pouvant être recyclé ou rejeté le cas échéant, et en un concentrat renfermant le bore, qui est généralement recyclé vers le circuit primaire.

Les effluents liquides oxygénés recueillis dans les puisards des différents locaux sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Usés (TEU) où ils sont traités. Collectés sélectivement suivant plusieurs catégories (résiduaire, chimique, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire :

- par filtration et déminéralisation (résines échangeuses d'ions) permettant de retenir l'essentiel de la radioactivité,
- sur chaîne d'évaporation, permettant d'obtenir d'une part un distillat épuré chimiquement et d'activité faible, et d'autre part un concentrat composé principalement d'acide borique,
- par filtration pour les drains de planchers et servitudes (laverie, douches...) peu radioactifs.

Les effluents sont ensuite acheminés vers des réservoirs d'entreposage dénommés réglementairement T ou S, où ils sont analysés, sur le plan radioactif et sur le plan chimique, avant d'être rejetés, en respectant la réglementation.

Les eaux issues des salles des machines (groupe turbo-alternateur) ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs au sens de la réglementation (article 2.3.3 de la décision n°2017-DC-0588). Ces eaux sont collectées sans traitement préalable vers des réservoirs dénommés réglementairement Ex où elles sont contrôlées avant d'être rejetées.

e. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacune des catégories d'effluents du mois considéré (T, S, Ex). Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

¹ D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologue puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

f. Spectre de référence des rejets d'effluents radioactifs liquides

Le bilan des rejets d'effluents radioactifs liquides est déterminé pour chacune des quatre familles de radionucléides réparties comme suit :

- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les Iodes,
- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides pour les tranches en fonctionnement.

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Iodes	^{131}I
Produits de fission et d'activation	^{54}Mn
	^{63}Ni
	^{58}Co
	^{60}Co
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$
	$^{123\text{m}}\text{Te}$
	^{124}Sb
	^{125}Sb
	^{134}Cs
	^{137}Cs

g. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs liquides pour les tranches en fonctionnement est donné dans le tableau suivant :

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	7,09 E3	5881	0,87	0,00082	0,040
Février	5,47 E3	8660	2,4	0,0010	0,022
Mars	9,50 E3	5213	1,76	0,00068	0,021
Avril	6,27 E3	7208	1,57	0,0010	0,026
Mai	6,31 E3	5188	2,77	0,00098	0,034
Juin	7,13 E3	7109	2,77	0,0010	0,028
Juillet	1,00 E4	4271	1,2	0,0011	0,033
Août	7,20 E3	6854	2,27	0,0011	0,023
Septembre	8,61 E3	3923	2,29	0,0010	0,022

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Octobre	4,96 E3	2565	0,91	0,00066	0,021
Novembre	1,05 E4	2594	0,84	0,00082	0,018
Décembre	7,08 E3	2642	0,84	0,0011	0,046
TOTAL ANNUEL	9,01 E4	62100	20,3	0,0112	0,332

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

h. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 pour les tranches en fonctionnement.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2017	51 200	17,7	10	230
2018	40 400	12,4	10	354
2019	62 100	20,3	11	332
Prévisionnel 2019	65 000	25	12	600

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019.

i. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2014-DC-0470 pour les tranches en fonctionnement.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	62100
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	20,3
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,0112
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	10	0,332

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

j. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau de fleuves ont réalisés lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs (à mi-rejet). Des prélèvements journaliers sont également réalisés en dehors des périodes de rejet. Plusieurs analyses sont réalisées sur ces échantillons d'eau filtrée (mesure bêta globale, du tritium et de la teneur en potassium sur l'eau et mesures de l'activité bêta globale sur les matières en suspension). Ces analyses permettent de s'assurer du respect des valeurs d'activité volumique limites fixées par la réglementation.

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2019 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

	Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière		
		Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale	<36.04 Bq/L	84.4 Bq/L	280 Bq/L	<8.51 Bq/L	53.2 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Tritium	1.8 mg/L	2.8 mg/L	-	-	-	-
	Potassium	<0.016 Bq/L	<0.045 Bq/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	<0.149 Bq/L	0.28 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-

(1) en présence de rejets radioactifs / (2) en l'absence de rejets radioactifs

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2019 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont très inférieures aux limites réglementaires.

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets chimiques par voie liquide dans l'environnement.

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits primaire, secondaire et auxiliaires utilisés pour garantir l'intégrité des matériels contre la corrosion (rejets chimiques associés aux effluents radioactifs ou non)
- de la production d'eau déminéralisée,
- du traitement des eaux vannes (eaux rejetées par les installations domestiques),
- des traitements des circuits du refroidissement à l'eau brute contre les dépôts de tartre et le développement des micro-organismes.

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique (H_3BO_3) : le bore contenu dans cet acide est « avide » des neutrons produits lors de la réaction nucléaire. C'est une substance neutrophage, qui permet donc le contrôle de la réaction de fission et donc le pilotage du réacteur. Ce bore est dissous dans l'eau du circuit primaire.
- la lithine ($LiOH$) : ce produit est utilisé pour maintenir le pH du circuit primaire. En effet, le bore est sous forme acide. Pour éviter les effets de corrosion liés à cet acide, de la lithine est ajoutée à l'eau du circuit primaire afin d'ajuster le pH à celui de moindre corrosion. La concentration en lithine est donc directement liée à celle du bore.
- l'hydrazine (N_2H_4) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent anti-oxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire.
- La morpholine (C_4H_9NO), l'éthanolamine (C_2H_7NO) et l'ammoniaque (NH_4OH) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine (C_2H_7NO), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (Na_3PO_4) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

Par ailleurs, l'abrasion et la corrosion naturelles des tubes en laiton des condenseurs peut entraîner des rejets de cuivre et de zinc.

Les autres rejets chimiques réglementés ont pour origine l'installation de production d'eau déminéralisée, le traitement des eaux vannes et usées, dans la station d'épuration, ainsi que le traitement des eaux potentiellement huileuses issues de la salle des machines, des transformateurs principaux. Les rejets des eaux pluviales également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

a. Etat des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

Il n'y a pas d'évolution récente des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et des sous-produits associés. Les principaux effets connus sont rappelés ci-après.

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Une VTR chronique par voie orale a été établie par la National Science Foundation (NSF - ONG étatsunienne accréditée) en 2008 pour l'éthanolamine, sa valeur étant de $4 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/j. Il ne s'agit néanmoins pas d'un organisme reconnu au sens de la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR n'est associée à ces substances.

L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides d'éthanolamine et de ses produits dérivés.

b. Règles spécifiques de comptabilisation

En application de l'article 3.2.7. -I. de la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée, une nouvelle règle est appliquée à compter du 1er janvier 2015 pour la comptabilisation des quantités de substances chimiques rejetées. Cette nouvelle règle consiste à retenir par convention une valeur de concentration égale à la limite de quantification divisée par deux lorsque le résultat de la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques employés pour effectuer l'analyse.

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'émissaire principal (réservoirs T, S et Ex) »

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	930	0,18	0,10	1,36	165	15,4	950	1700	1,8	4,5	17
Février	123	0,61	0,043	2,1	192	5,9	330	840	1,1	/	14
Mars	118	2,14	0,068	1,41	186	13,5	1900	4400	0,98	/	24
Avril	441,9	0,32	0,038	2,02	169,7	50,9	1300	2500	1,6	4,96	41
Mai	436	1,12	0,033	2,03	146,7	62,8	1300	2200	2	/	43
Juin	680	1,14	0,052	2,13	185,3	27,2	580	620	1,6	/	53
Juillet	404,5	2,14	0,108	2,17	198,1	22,6	850	2100	4,6	1,45	93
Août	295	1,50	0,038	2,19	198,2	39,7	1200	2300	1,5	/	52
Septembre	607	2,21	0,069	3,48	150,1	52,6	590	1000	1,8	/	90
Octobre	292	0,93	0,014	33,7	110,6	68,8	570	1300	1,8	/	180
Novembre	233	1,07	0,148	11,7	117,5	50,2	1500	3200	2,1	/	27
Décembre	747	1,11	0,212	10,8	115,2	30,8	750	1200	3,6	29,9	35
TOTAL ANNUEL	5318	14,47	0,925	75,1	1930	440	12000	23000	26	40,81	669

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2017	2018	2019	Prévisionnel 2019
Acide borique	kg	3700	4120	5310	6000
Morpholine	kg	332	82,3	/	/
Hydrazine	kg	0,69	1,02	0,925	1,2
Ethanolamine	kg	/	/	14,5	60
Détergents	kg	23,1	24,2	75,1	200
Azote	kg	2670	1810	1930	5000
Phosphates	kg	242	419	440	700
Sodium	kg	17000	17000	12000	20000
Chlorures	kg	34000	33000	23000	40000
Métaux totaux	kg	20	30	26	30
MES	kg	13,9	68,3	40,8	/
DCO	kg	103	165	112	/

Commentaires : Les valeurs sont conformes au prévisionnel.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2014-DC-0470 pour les tranches en fonctionnement.

	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale ajoutée	Valeur maximale calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	0,574	0,17	1500	380	300	110	14000	5310
Ethanolamine	0,038	1,8 E-3	9,5	1,2	/	1,2	350	14,5
Hydrazine	0,002	6,6 E-5	1,5	7,7 E-2	/	5,3 E-2	17	0,925
Détergents	0,306	1,7 E-2	200	28	160	7,6	3000	75,1
Azote	0,08	6,0 E-2	55	49		45	6900	1930
Phosphates	0,191	4,5 E-2	150	40	100	28	1600	440
Sodium	0,163	0,081	770	280	85	73	/	12000
Chlorures	0,235	0,131	1050	570	125	120	/	23000
Métaux totaux	0,005	4,3 E-4	/	0,71	/	0,21	70	26
MES	0,061	1,1 E-2	80	2	/	1,2	/	40,8
DCO	0,255	2,9 E-2	150	1	/	2,8	/	112

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2019, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Saint-Alban est évaluée à 776 g.

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2014-DC-0470.

3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets liquides

Commentaires : L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Commentaires :

Le CNPE de Saint Alban n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2019.

III. Rejets thermiques

Dans un CNPE, le fluide « eau-vapeur » du circuit secondaire suit un cycle thermodynamique au cours duquel il échange de l'énergie thermique avec deux sources de chaleur, l'une chaude, l'autre froide.

Le circuit assurant le refroidissement du condenseur (circuit tertiaire) constitue la source froide dont la température varie entre 0°C et 30°C environ. La source froide, nécessaire au fonctionnement, peut être apportée :

- soit directement par l'eau prélevée en rivière ou en mer dans un circuit dit ouvert,
- soit indirectement par l'air ambiant au moyen d'un aéroréfrigérant dans un circuit dit fermé.

Lorsque le CNPE est situé sur un cours d'eau à grand débit, en bord de mer ou sur un estuaire, l'eau prélevée à l'aide de pompes de circulation passe dans les nombreux tubes du condenseur où elle s'échauffe avant d'être restituée intégralement au milieu aquatique.

L'échauffement de l'eau (écart de température entre la sortie et l'entrée : $\Delta T^{\circ}\text{C}$) est lié à la puissance thermique (P_{th}) à évacuer au condenseur et du débit d'eau brute au condenseur (Q).

Afin de réduire le volume d'eau prélevée et limiter l'échauffement du milieu aquatique, le refroidissement des CNPE implantés sur des cours d'eau à faible ou moyen débit est assuré en circuit fermé au moyen d'aéroréfrigérants. Dans un aéroréfrigérant, une grande part de la chaleur extraite du condenseur est transférée directement à l'atmosphère sous forme de chaleur latente de vaporisation (75 %) et sous forme de chaleur sensible (25 %). Le reste de la chaleur est rejeté au cours d'eau par la purge. La purge de l'aéroréfrigérant constitue donc le rejet thermique de l'installation.

Les contrôles destinés à s'assurer du respect des limites réglementaires s'appuient sur des mesures de températures réalisées dans le rejet et dans l'environnement ou sur des calculs effectués à partir de paramètres physiques tels que le rendement thermodynamique, l'énergie électrique produite, les débits de rejet et du cours d'eau.

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Saint Alban et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2014-DC-0470.

Le CNPE de Saint Alban réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2019 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température amont (°C)			Echauffement amont-aval calculé (°C)			Température aval après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	8.13	5.71	6.75	2.62	0.8	1.57	9.9	6.6	8.1
Février	10.31	5.53	7.43	1.67	0.77	1.17	11.8	6.3	8.4
Mars	12.22	8.81	9.94	1.79	0.34	0.94	14.2	9.3	10.8
Avril	15.93	10.88	13.11	1.99	0.76	1.44	18.3	11.7	14.5
Mai	18.67	13.22	14.87	2.51	0.89	1.62	22.8	14.0	16.5
Juin	25.21	15.82	19.62	2.51	0.86	1.45	28.2	16.5	21,6
Juillet	27.06	22.12	24.61	2.91	0.95	1.92	30.2	23.2	27.4
Août	25.55	18.40	22.95	2.90	1.31	2.05	29.5	20.0	25.9
Septembre	23.53	18.95	21.34	2.90	1.38	2.09	26.9	19.9	24.3
Octobre	21.14	14.35	16.91	1.98	0.33	1.10	25.0	14.3	18.6
Novembre	15.37	9.34	11.10	1.33	0.32	0.68	16.6	9.5	11.6
Décembre	9.92	7.98	8.71	1.68	0.31	0.64	10.3	8.2	9.3

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article EDF-SAL-135 de la décision ASN n° 2014-DC-0470.

Paramètres	Période	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	Du 1 ^{er} octobre au 15 mai	°C	4	2,51
	Du 16 mai au 30 septembre		3	2,91
Température moyenne journalière aval après mélange	Du 1 ^{er} octobre au 15 mai	°C	26	25
	Du 16 mai au 30 septembre		28	27,4

Commentaires : les limites réglementaires associées aux rejets thermiques ont toujours été respectées.

3. En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2019.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

EDF met en place depuis la mise en service de chaque CNPE un programme de surveillance de la radioactivité dans l'environnement du CNPE. Cette surveillance consiste à prélever des échantillons, à des fins d'analyse, dans les écosystèmes proches du CNPE, sous et hors des vents dominants, en amont et en aval des rejets liquides et dans les eaux souterraines. Ces mesures, associées à un contrôle strict des rejets d'effluents radiologiques, permettent de s'assurer de l'absence d'impact sur l'homme et l'environnement comme démontré dans l'étude d'impact.

La surveillance radiologique de l'environnement remplit trois fonctions principales.

Une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres environnementaux en lien avec l'exploitation des installations afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...) ;

Une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des analyses sont comparés, soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères (seuil de détection des appareils de mesure, bruit de fond naturel...) ;

Une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

Les prélèvements et analyses sont réalisés à des fréquences variables en cohérence avec les objectifs assignés à la mesure (alerte, contrôle,...). Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont ainsi réalisés dans l'écosystème terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface recevant les rejets liquides et les eaux souterraines. Les prélèvements et les analyses sont réalisés par le CNPE selon les modalités fixées par les autorisations délivrées par l'administration. La stricte application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmés ou inopinés de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

Le CNPE dispose pour la réalisation de ce programme de surveillance d'un laboratoire dédié aux mesures environnementales dit laboratoire « Environnement », ainsi que du personnel compétent et qualifié en analyses chimiques et radiochimiques. Ces laboratoires sont équipés d'appareillages spécifiques permettant l'analyse des échantillons prélevés dans le milieu naturel. Ils sont soumis à des exigences relatives aux équipements, aux techniques de prélèvement et de mesure, de maintenance et d'étalonnage. Certaines analyses peuvent être sous-traitées à des laboratoires agréés.

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE : <https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-nucleaire-de-saint-alban/surete-et-environnement>

Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessible en ligne gratuitement sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

Ces mesures réalisées en routine sont complétés depuis 1992 par un suivi radioécologique annuel des écosystèmes terrestre et aquatique auquel est venu s'ajouter des mesures réglementaires réalisées à maille trimestrielle et annuelle et nécessitant le recours à des techniques analytiques d'expertise non compatibles avec les activités d'un laboratoire environnement d'un industriel. Tous les 10 ans, un bilan radioécologique décennal plus poussé est également réalisé. L'ensemble de ces prélèvements et analyses permettent de suivre à travers une grande variété d'analyses des paramètres environnementaux pertinents (i.e. : bio indicateurs) afin d'évaluer finement et dans la durée l'impact du fonctionnement du CNPE sur l'environnement et répondre ainsi à la fonction de suivi et d'étude. Ces études nécessitent des connaissances scientifiques approfondies de la biologie et des comportements des écosystèmes vis-à-vis des substances radioactives. Elles font aussi appel à des techniques de prélèvement d'échantillons et d'analyse complexes différentes de celles utilisées pour la surveillance de routine. Ces études sont donc confiées à des laboratoires externes qualifiés, agréés et reconnus pour leurs compétences spécifiques.

Ces études radioécologiques assurent un suivi long terme essentiel à la compréhension des mécanismes de transfert des radionucléides dans l'environnement et pour déterminer l'influence potentielle des rejets de l'installation au regard des autres sources de radioactivité naturelle et/ou artificielle.

La nature des échantillons et les lieux de prélèvement sont sélectionnés afin de mettre en évidence une éventuelle contribution des rejets d'effluents liquides et/ou atmosphériques des installations à l'ajout de radioactivité dans l'environnement.

En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, qui sont connus pour leur aptitude à fixer spécifiquement certains polluants (lichens, mousses, bryophytes...). Le plan d'échantillonnage prévoit également des prélèvements dans des matrices dites « d'accumulation » (sols, sédiments), dans lesquels certains composants radiologiques peuvent rester piégés.

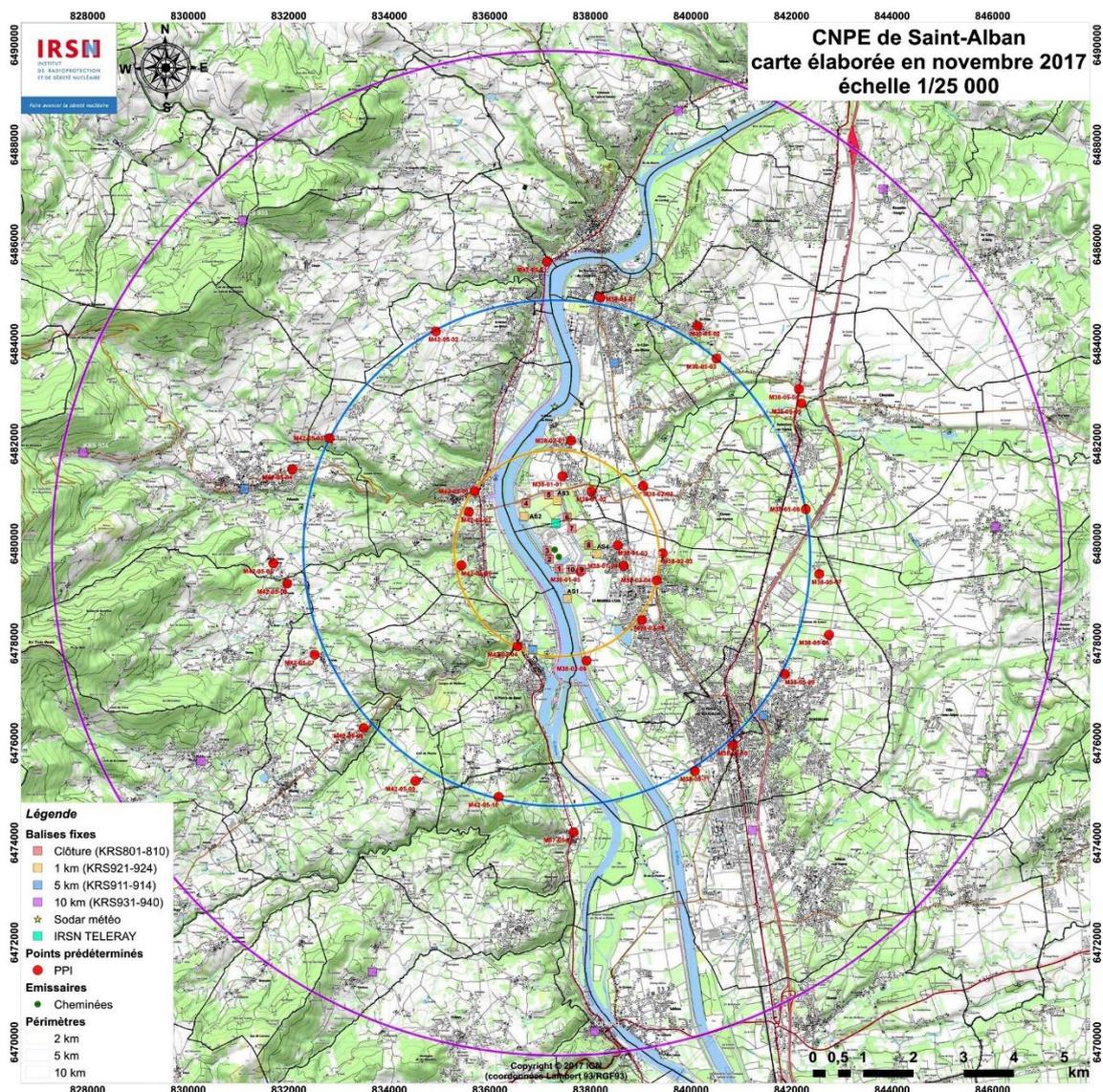
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant les zones potentiellement influencées des zones non influencées par les rejets atmosphériques du CNPE. Dans l'environnement aquatique, les prélèvements sont effectués en amont et en aval des points de rejets des effluents liquides en tenant compte de la présence éventuelle d'une autre installation nucléaire en amont.

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la

radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'années.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

Le système de surveillance de la radioactivité ambiante s'articule autour de 4 réseaux de balises radiométriques (clôture, à 1 km, à 5 km et à 10 km) via la mesure en continu du débit de dose gamma ambiant. Les balises de chaque réseau sont implantées à intervalle régulier de façon à réaliser des mesures dans toutes les directions. Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du bruit de fond ambiant augmenté de 114 nSv/h. Les balises sont également équipées d'un système d'alarme signalant toute interruption de leur fonctionnement.



Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2019 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années 2017 et 2018 sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2019 (nSv/h)	Débit de dose max année 2019 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2018 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2017 (nSv/h)
Clôture	$1,01.10^2$	$2,74.10^2$	$1,03.10^2$	$1,02.10^2$
1 km	$8,83.10^1$	$1,90.10^2$	$9,04.10^1$	$9,35.10^1$
5 km	$2,93.10^3$	$3,10.10^2$	$1,41.10^2$	$1,40.10^2$
10 km	$1,34.10^2$	$2,47.10^2$	$1,35.10^2$	$1,34.10^2$

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2019 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et sont cohérents avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

Un dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage est également implanté sous les vents dominants à la station dite AS1. L'analyse du tritium atmosphérique piégé est réalisée pour chacune des périodes définies réglementairement (du 1er au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois).

Un dispositif de prélèvement des eaux de pluie par un collecteur de précipitations est implanté sous les vents dominants à la station AS1. Des analyses bimensuelles des activités, bêta globale et tritium sont réalisées.

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2019 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques	Bêta globale (Bq/m ³)	0,0007	0,0001	0,0018	0,01 Bq/m ³	
	Spectrométrie gamma (Bq/m ³)	⁵⁸ Co	< 1,3.10 ⁻⁵	< 7,5.10 ⁻⁶	< 2,1.10 ⁻⁵	/
		⁶⁰ Co	< 9,0.10 ⁻⁶	< 4,7.10 ⁻⁶	< 1,2.10 ⁻⁵	/
		¹³⁴ Cs	< 9,0.10 ⁻⁶	< 1,1.10 ⁻⁶	< 1,2.10 ⁻⁵	/
		¹³⁷ Cs	< 8,5.10 ⁻⁶	< 5,1.10 ⁻⁶	< 9,8.10 ⁻⁶	/
⁴⁰ K	< 2,3.10 ⁻⁴	< 1,8.10 ⁻⁴	< 3,6.10 ⁻⁴	/		
Tritium atmosphérique (Bq/m ³)		< 0,14	< 0,09	< 0,18	50 Bq/m ³	
Eau de pluie	Bêta globale (Bq/L)	0,16	< 0,06	0,3	-/	
	Tritium (Bq/L)	5,1	< 4,3	6,3	-/	

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2019 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

3. Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre à fréquence mensuelle pour l'année 2019 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seuls les radio-cobalts, les radio-cesiums, le potassium 40 et les autres radionucléides d'origine artificielle dont les activités sont supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0,38	< 0,33	< 0,45
	⁶⁰ Co		< 0,37	< 0,28	< 0,44
	¹³⁴ Cs		< 0,29	< 0,23	< 0,4
	¹³⁷ Cs		0,55	< 0,27	1,1
	⁴⁰ K		666	238	1100
Lait (Bq/L)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0,38	< 0,36	< 0,42
	⁶⁰ Co		< 0,38	< 0,37	< 0,39
	¹³⁴ Cs		< 0,39	< 0,38	< 0,40
	¹³⁷ Cs		< 0,38	< 0,37	< 0,39
	⁴⁰ K		46	31	54

Les résultats des mesures annuelles réalisées par l'IRSN sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 1.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées par l'IRSN sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 1.

5. Surveillance des eaux souterraines

Les eaux souterraines situées au droit du CNPE font l'objet d'une surveillance radiologique dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Tritium	Bq/L	Inférieur au seuil S0
Bêta global	Bq/L	Inférieur au seuil S0

II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 19 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	8
Conductivité	μS / cm	959
Hydrocarbures totaux	mg / L	Inférieur au seuil S0
DBO		Inférieur au seuil S0
DCO		Inférieur au seuil S0
MES		Inférieur au seuil S0
NTK		Inférieur au seuil S0
Métaux totaux		Inférieur au seuil S0
Phosphates		0,58
Nitrites		Inférieur au seuil S0
Nitrates		Inférieur au seuil S0
Chlorures		Inférieur au seuil S0
Sodium		Inférieur au seuil S0

Commentaires : Le dépassement du seuil S0 pour les phosphates (S0= 0,3 mg/L) est détecté dans le piézomètre en amont du site. L'origine de ces concentrations en phosphates est extérieure au CNPE de Saint-Alban.

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

Les stations multi-paramètres (SMP), situées à « l'amont » et à « l'aval » du CNPE, mesurent en continu le pH, la conductivité, la température de l'eau et l'oxygène dissous dans le milieu récepteur.

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2019 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,7	12,3	11,3	10,4	10,3	8,6	7,7	7,7	8,2	8,8	10,5	12,1
Conductivité (µS/cm)	424	421	398	406	398	359	333	342	370	422	411	396
pH	7,9	8	7,9	7,9	7,9	7,7	7,7	7,5	7,8	7,8	7,8	8,0
Température	6,8	7,4	9,9	13,1	14,9	19,6	24,6	23	21,3	16,9	11,3	8,6

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10,7	9,2	9	9,4	8,9	7,9	7,3	7,3	7,6	8,1	9,7	10,6
Conductivité (µS/cm)	402	405	386	388	389	343	324	339	364	411	406	396
pH	8	7,9	8	8	7,9	7,9	7,7	7,7	7,7	7,8	7,7	8,0
Température	15,3	16,2	17,5	20,8	23,6	28,4	33,2	31,8	29	25,4	16,8	16,5

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,3	11,4	10,7	9,8	9,3	8,1	7,3	7,7	7,9	8,5	10	11,0
Conductivité (µS/cm)	412	412	394	398	393	348	321	331	361	417	407	388
pH	8	8,1	8,1	8,1	8,1	8	7,8	7,2	7,8	7,9	7,9	8,2
Température	8,1	8,4	10,8	14,5	16,5	21,6	27,4	25,9	24,3	18,6	11,6	9,3

Les mesures moyennes mensuelles de pH, oxygène dissous et de conductivité ne présentent pas de différence significative entre les stations amont et aval du CNPE.

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le bureau d'études ARALEP, en amont et en aval, des mesures à fréquences, mensuelles ou trimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique.

La surveillance physico-chimique et hydrobiologique annuelle réglementaire de l'environnement proche du CNPE de Saint-Alban doit permettre de suivre l'évolution naturelle du Rhône et de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement des installations. Depuis la mise en service de l'installation en 1985, ce suivi est réalisé à cinq stations de mesures et porte sur la qualité physico-chimique standard de l'eau, sur la thermie du fleuve et sur la structure de ses peuplements faunistiques et floristiques (macroinvertébrés, poissons, diatomées benthiques, macrophytes).

Les mesures du bureau d'études ARALEP ont mis en évidence que l'année hydrologique 2019 est déficitaire avec un coefficient annuel d'hydraulicité à la station de mesure de Ternay en aval de Lyon de 0,84, pour un débit moyen annuel de 866 m³/s. Le mois de décembre est le seul à présenter un coefficient d'hydraulicité mensuelle excédentaire (1,51). Le déficit du coefficient saisonnier évolue entre 0,70 au premier trimestre à 0,75 au troisième (été). Du point de vue inter-annuel, l'hydraulicité en amont du CNPE reste très variable au long de la chronique d'étude, évoluant en dents de scie sans réelle tendance marquée.

Elles montrent également que la qualité physico-chimique générale 2019 du Rhône au voisinage du CNPE de St-Alban reste dans les gammes et tendances des années précédentes et, hormis l'aspect thermique, celles-ci sont très similaires entre l'amont et l'aval proche et éloigné du CNPE. L'ensemble des stations présente ainsi une très bonne (bilan de l'oxygène, salinité, minéralisation, formes de l'azote à quelques exceptions) à bonne (formes du phosphore à toutes les campagnes) qualité des eaux au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié en juillet 2018 permettant d'évaluer l'état chimique des masses d'eau, synonyme d'un « bon potentiel » pour ces paramètres. Les valeurs les plus élevées sont essentiellement, et classiquement, liées à l'hydrologie via les phénomènes de concentration-dilution et/ou à la production primaire (photosynthèse algale et macrophytique vs dégradation de la matière organique végétale), ainsi qu'aux variations des équilibres calco-carboniques en fonction de la thermie. Ces phénomènes peuvent être accentués lors des conditions d'étiage marquées.

Les transects physico-chimiques réalisés sur la retenue en amont et en aval du site décrivent l'intégration du rejet réchauffé à la masse d'eau du Rhône puis sa diffusion et sa dilution progressive selon les conditions hydrologiques et toute l'importance de celles-ci dans son atténuation. Un delta T maximal voisin ou supérieur à 6°C est mesuré à la station aval proche à 500m du débouché du canal de rejet lors des trois premières campagnes. Il est ensuite réduit d'environ 50% 2 km en aval. Il est respectivement au maximum de 6,9 et 4,5°C à ces deux stations début septembre. Bien qu'une part notable de cet échauffement soit entraînée dans le canal de dérivation CNR, favorisant sa dilution, une masse d'eau réchauffée reste, de manière récurrente, présente face au barrage et à la surverse vers le RCC, sur une hauteur d'autant plus significative que l'hydrologie est faible. En dépit de ces phénomènes, l'oxygénation est toutefois très bonne au sens du Guide Technique DCE (> 90% et > 8 mg/l), excepté, « classiquement », lors de la campagne estivale où les valeurs se situent en limite bonne – très bonne qualité.

La température moyenne annuelle 2019 de la station située à l'amont du CNPE est de 14,8°C, repassant sous la barre des 15°C après deux années consécutives au-dessus. Elle est de 16,5°C à la station aval après mélange (i.e. mi-rejet) et de 16,6°C à la station RCC. La moyenne 2019 de la station amont reste supérieure de 0,5°C à celle de la chronique 2000-2019. Cet écart est proche de 1°C aux deux autres stations considérées. Comme bien souvent,

la climatologie explique en grande partie ce constat, la température moyenne annuelle de l'air sur la région est ainsi supérieure de 1,6°C à la valeur normale (de -1°C en mai à +3°C en juillet et décembre), tandis, qu'à l'opposé, les précipitations sont déficitaires à l'échelle de l'année (de -85% en septembre à +57% en août).

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits ;
- des traitements de l'eau des circuits contre le tartre, la corrosion ;
- de l'usure normale des matériaux
- du lavage du linge utilisé en zone contrôlée

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le fleuve en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2019.

Paramètres Station amont		Unité	Janvier	Avril	Juillet	Octobre
Métaux totaux	Fraction brute	mg/L	0,14	0,12	0,08	0,16
	Fraction dissoute		0,07	0,05	0,04	0,03
Hydrazine			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Morpholine			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Détergents			< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Paramètres Station aval		Unité	Janvier	Avril	Juillet	Octobre
Métaux totaux	Fraction brute	mg/L	0,14	0,09	0,55	0,10
	Fraction dissoute		0,06	0,04	0,03	0,02
Hydrazine			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Morpholine			< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Détergents			0,5	0,5	< 0,2	< 0,2

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à ARALEP. Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en conditions climatiques exceptionnelles (CCE), dont le déclenchement est conditionné à l'impossibilité de respecter les valeurs limites (prescription [EDF-SAL-135] de la décision ASN 2014-DC-470) d'échauffement moyen journalier après mélange des effluents dans le Rhône et de température moyenne journalière du Rhône calculée en aval après mélange, applicables aux rejets en conditions climatiques normales.

L'objectif de la surveillance pérenne est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale de l'écosystème, sur le long terme, qui pourrait être attribuable au fonctionnement du CNPE. Au contraire, les surveillances en conditions climatiques exceptionnelles et situations exceptionnelles ont plutôt pour objectif d'étudier la réponse à court terme de l'écosystème sous conditions de débits contraints et températures ambiantes élevées, le CNPE étant en fonctionnement.

1. Surveillance pérenne

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par ARALEP, est présentée ci-dessous.

La richesse spécifique 2019 des diatomées benthiques (171 espèces pour l'ensemble des 5 stations) confirme le caractère très fluctuant de la dynamique, tant spatiale que temporelle, des peuplements de diatomées d'une année sur l'autre. Elle est ainsi en baisse de 15 unités par rapport à l'an dernier mais supérieure de 7 unités à 2017 par exemple. Toutefois, près de 60% des taxons sont sporadiques, présents dans moins de 25% des relevés. Du point de vue spatial, la richesse diatomique de la station aval éloigné reste élevée, ce qui est une constante depuis que cette station est considérée, et domine cette année de plus de 15 unités les stations suivantes, rejet et RCC. Sur le long terme, la richesse 2019 des 4 stations originelles (156 espèces) reste supérieure à la moyenne inter-annuelle depuis l'année 2000 (147), mais est inférieure à celle des dix dernières années (165).

Pour la troisième année consécutive, la qualité biologique IBD moyenne des 5 stations dépasse la barre de 14/20 (14,3). 80% des notes sont >13,0, synonyme d'une bonne qualité biologique, au sens de l'IBD (i.e. essentiellement par rapport aux critères salinité et charge organique). Du point de vue longitudinal, si la richesse totale et la richesse moyenne unitaire (une station x une date) vont croissantes selon le gradient amont-aval de l'axe d'écoulement principal (retenue vers canal), la note IBD moyenne du rejet est nettement inférieure à celle des autres stations, semblant indiquer une disparité locale entre les stations amont et rejet puis une récupération à la station aval éloigné (canal de fuite) et dans le RCC. Ceci est un phénomène récurrent au fil des années, mais l'écart de note par rapport à l'amont est particulièrement marqué cette année (15,0 vs 13,2), une fois et demi plus important que la valeur moyenne des dix dernières années. Ceci dénote d'une possible fragilité du peuplement diatomique benthique de la station la plus soumise au stress thermique.

Contrairement à l'an dernier, l'hydroclimatologie printanière 2019 a permis un bon développement de la végétation aquatique macrophytique, la chaleur et le peu de perturbations hydrauliques durant la période de développement végétatif de juillet sont à l'origine d'une forte densité d'herbiers, en particulier sur la retenue (i.e. stations amont et rejet), secteur de suivi « historique » de ce descripteur. On note ainsi cette année un fort développement de l'Elodée de Nuttall et une bonne représentation du Myriophylle, de la grande Naiade et de la Vallisnérie, au contraire du Potamot pectiné en décroissance progressive au cours de la saison. Le Cératophylle reste globalement peu représenté. En dehors des fluctuations individuelles de biomasse précédentes, le cortège floristique de base reste toutefois constant au fil des années. 31 espèces de macrophytes ont été rencontrées cette année dans le cadre du suivi végétal étendu à l'ensemble des stations, soit la plus forte richesse enregistrée depuis cette extension en 2016. La richesse est de 18 espèces pour les 4 secteurs du suivi historique sur la retenue en amont et en aval du CNPE, supérieure de 3 points à la valeur décennale. Du point de vue amont-aval, une forte différence de richesse

floristique est notée entre la station amont (18 espèces), potentiellement avantagée par le platis limoneux lié à la sédimentation, et les trois secteurs aval immédiat du rejet situés sur la retenue (10 espèces chacun). Par contre, inversement, le recouvrement des herbiers est nettement plus faible en amont par rapport à ces trois secteurs, la chaleur issue du rejet liquide semblant ainsi favoriser le développement végétal. En aval éloigné, si la richesse reste au même niveau (10 espèces), le recouvrement est classiquement faible en lien avec le contexte hydromorphologique. L'hydrologie reste le facteur clé de la dynamique inter-annuelle des peuplements de macrophytes, en particulier vis-à-vis des taux de recouvrement (i.e. biomasses) : ceux-ci sont ainsi plus faibles les années à printemps frais et/ou à hydrologie importante, tel que l'an dernier par exemple. L'effet semble moins évident sur la richesse floristique. Il est par ailleurs probable que la turbidité et la sédimentation corrélatives près des zones rivulaires viennent renforcer ce rôle négatif. L'étude normative selon la méthodologie IBMR-GCE menée aux stations amont, aval et RCC montre que, quelle que soit la station, le niveau trophique, au sens de l'IBMR, est très élevé. Ce constat est en accord avec celui fait pour certaines espèces dominantes de diatomées, autre descripteur floristique, descriptrices d'eau à tendance eutrophe et/ou fortement minéralisée, voire d'une certaine altération lors de la période estivale.

Faisant suite à une année précédente élevée et quatre années de stabilité, la richesse taxonomique totale annuelle 2019 des macroinvertébrés chute fortement, à un niveau bas identique à 2011 et 2013 (85 taxons). Cette valeur est bien en-deçà de la moyenne des années 2000 et de celle décennale (respectivement 96 et 93 unités). Si la richesse totale annuelle des deux techniques d'échantillonnage est très variable d'une année sur l'autre, leur richesse chute également, de manière toutefois plus accentuée pour les dragages que pour les substrats artificiels (respectivement 59 et 71 taxons). La richesse taxonomique totale par station la plus élevée est rencontrée cette année au rejet (55 taxons), toutefois très voisine de celle de la station amont, voire du plan d'eau de St-Pierre-de-Bœuf (respectivement 53 et 51 unités). Par contre, la dégradation au fil du temps du peuplement benthique des deux stations les plus lotiques (i.e. courantes), le canal de fuite, station aval éloigné, et le RCC, engagée depuis près de dix ans, se poursuit, en particulier pour ce dernier qui enregistre sa seconde plus basse richesse totale depuis le début du suivi (35 taxons, pour 41 pour le canal). On peut penser que le marnage lié au fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Sablons, qui découvre régulièrement bon nombre d'habitats aquatiques rivulaires, joue un rôle négatif non négligeable à la station aval, mais le constat est plus difficile à établir pour le RCC, en particulier entre le fort pavage du chenal et l'absence de transport sédimentaire depuis très longtemps réduisant l'habitabilité de celui-ci ou bien le stress hydraulique lié aux lâchers d'eau brutaux au barrage avec les arrêts de groupes, pour ne citer que ces deux-là.

Le peuplement de macroinvertébrés benthiques reste très largement dominé par des espèces non autochtones hormis les Oligochètes et différentes tribus de Chironomes. Parmi les taxons dominants à résidants (i.e. d'abondance relative > 1 %), près de la moitié sont invasifs : Polychète *Hypania invalida*, Mollusques *Potamopyrgus antipodarum* et *Corbicula fluminea*, Crustacés *Dikerogammarus villosus* et *Jaera istri*. Leur présence et leur dominance sont récurrentes depuis de nombreuses années, les espèces non-natives semblant profiter particulièrement du contexte général de changement climatique en milieu anthropisé. Si l'importance des effectifs de plusieurs de ces taxons peut engendrer des déséquilibres marqués des peuplements à certaines dates, à l'opposé plus de 30% des taxons sont accidentels sur le critère d'abondance (i.e. représenté par 1 à 2 individus) et plus de la moitié

le sont sur celui d'occurrence (i.e. présents dans 1 à 2 relevés uniquement). Ce constat explique en grande partie les fortes fluctuations inter-annuelles de richesse taxonomique, ce genre de taxon peu présent étant appréhendé et capturé très aléatoirement (absence de Plécoptères, baisse de la richesse des Insectes OCH et EPT, par exemple cette année). Le Mollusque *Ancylus fluviatilis* et le Trichoptère *Psychomyia pusilla* sont, classiquement, les seuls taxons autochtones potamiques typiques du Rhône représentés de manière significative, en particulier dans le RCC, en lien possible avec l'effet au fil du temps de l'accroissement du débit réservé. D'une manière générale, certaines tendances écologiques restent récurrentes d'une année à l'autre, en particulier l'abondance des Crustacés systématiquement bien supérieure en amont, à l'inverse de celle des Oligochètes, ou le fait que des taxons habituellement classés parmi les thermophiles tels que les Mollusques Gastéropodes *Potamopyrgus antipodarum* et *Physella acuta* soient également bien moins présents au rejet. L'imputation de ces préférences, soit au rejet thermique de la centrale, soit à d'autres facteurs mésologiques (hydrologie, évolution physique des différents milieux qualité chimique de l'eau et des sédiments, thermie générale,...) ou biologiques (compétition), demeure toujours délicate et aléatoire. C'est en particulier le cas avec les différences hydromorphologiques entre les stations (retenue peu courante pour amont et aval proche vs canal lotique pour aval éloigné). Par ailleurs, la variabilité naturelle de tout milieu vivant reste importante d'une année sur l'autre.

Parmi les 35 espèces de poissons rencontrées depuis 2003, 27 espèces ont été échantillonnées en 2019 pour 5310 poissons capturés, soit des valeurs très similaires à la moyenne de la valeur décennale.

Cette richesse totale apparaît particulièrement stable au cours des cinq dernières années. En tenant compte de l'échantillonnage supplémentaire des pêches IPR 100 points de fin d'été aux stations amont, aval et RCC, ce sont 29 espèces qui ont été réellement capturées, le vairon et la vandoise n'ayant été appréhendées que lors de ces dernières.

Les résultats ne révèlent pas d'évolution particulière de la structure du peuplement piscicole ni d'évolution singulière au sein des différentes stations. Le gardon (30%) et l'ablette (21%) constituent environ la moitié des effectifs. Le chevaine et la bouvière viennent ensuite (10% chacun). Une des particularités observées concerne le fait que les juvéniles de l'année de hotus et de gardons aient été échantillonnés dès la campagne du mois de juin avec des effectifs relativement importants aux deux stations de la retenue (i.e. amont et rejet). L'échantillonnage réalisé en fin d'été et en automne met en évidence un succès de reproduction relativement modeste en 2019 pour la plupart des espèces, excepté le hotu, le gardon et l'ablette, en dépit de conditions thermiques potentiellement favorables dès le courant du printemps.

L'étude de l'évolution inter-annuelle révèle que l'année 2019 se positionne comme une année relativement « moyenne » avec classiquement deux espèces dont les abondances relatives ont été particulièrement élevées et une augmentation du nombre d'individus lors des pêches post-estivales et automnales en lien avec les captures de juvéniles de l'année. Les résultats par unité de surface (ha) sont éminemment variables à l'échelle saisonnière pour une même année d'une part et à l'échelle inter-annuelle d'autre part. Au cours des trois dernières années le milieu le plus productif change ainsi chaque année : RCC en 2017, aval éloigné en 2018, amont cette année. Sur les trois années, le RCC apparaît être le milieu le plus productif en effectif (61 000 ind./ha en moyenne), tandis que l'amont l'est en biomasse (1060 kg/ha en

moyenne). Toutefois, les biomasses totales en tant que telles ne sont pas particulièrement informatives et sont souvent biaisées par la capture de gros spécimens. Une réflexion parallèle avec les effectifs apparaît donc pertinente et nécessaire.

La qualité biologique indicielle au sens de l'IPR montre une grande variabilité et instabilité inter-annuelles. Pour l'année 2019, elle est au mieux moyenne, au pire mauvaise. La qualité des peuplements piscicoles des stations amont et aval éloigné, évaluée au travers de l'IPR, apparaît moins dégradée avec 100 EPA qu'avec 20 (gain d'une classe de qualité passant de médiocre à moyenne), contrairement à la station RCC pour laquelle la métrique d'abondance indicatrice de sur-effectifs est maximisée avec l'effort d'échantillonnage (gardons et ablettes). Aucun impact du rejet liquide sur le peuplement piscicole du Rhône en aval éloigné de celui-ci n'est ainsi détecté au travers de cette méthode normative. Par contre, les différents paramètres descripteurs des communautés piscicoles font apparaître cette année une tendance négative marquée, quel que soit le paramètre considéré : 22 espèces en amont vs 16 espèces en aval, 1644 individus pour 80 EPA vs 630, 2004 kg/ha vs 414, 67 600 individus/ha vs 29 000.

Les résultats physico-chimiques et biologiques précédents confirment que l'impact général des rejets liquides (chimiques et thermiques), récurrent d'une année sur l'autre, reste principalement limité à l'aval immédiat de celui-ci, sans remettre en cause l'équilibre biologique général des peuplements à l'échelle du secteur d'étude. Les différences enregistrées sont majoritairement liées à une multitude de facteurs (i.e. « stress ») qui agissent en synergie sur l'ensemble du milieu et sur sa faune et sa flore (thermie, hydrologie, habitabilité physique, qualité chimique de l'eau et des sédiments,...). Parmi ces facteurs constants au fil du temps, le rôle de l'hydrologie printanière reste particulièrement sensible avec le contraste noté ces dernières années à cette période se traduisant par différents effets négatifs essentiellement notables sur la végétation aquatique (développement tardif et faible biomasse) et l'ichtyofaune (mauvaise reproduction de nombreuses espèces) (2016 et 2018, par exemple). De ce point de vue, l'année 2019 se situe en position intermédiaire. Toutefois, les différences hydromorphologiques entre les stations (retenue peu courante avec une sédimentation notable pour amont et aval proche vs canal lotique à environnement minéral grossier pour aval éloigné) apparaissent être discriminantes par rapport aux particularités hydroclimatiques.

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

La prescription [EDF-SAL-135] de la décision modalités n° 2014-DC-470 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifiques soit réalisée en cas de dépassement de la température moyenne journalière du Rhône autorisée (28°C).

En 2019, le CNPE de Saint-Alban n'a pas recouru à cette surveillance.

3. Surveillance en situations exceptionnelles

La prescription [EDF-SAL-135] de la décision modalités n°2014-DC-470 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifiques soit réalisée en cas de dépassement de la température moyenne journalière du Rhône autorisée (28°C) et si le réseau de transport d'électricité (RTE) requiert le fonctionnement de la centrale nucléaire.

En 2019, le CNPE de Saint-Alban n'a pas sollicité d'autorisation temporaire de fonctionnement suite à un dossier « Article R593-40-II ».

V. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaires de base visant à garantir la protection des intérêts contre l'ensemble des inconvénients ou des risques que peuvent présenter les INB. Le titre IV sur la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement fixe deux critères visant à limiter l'impact du bruit des installations nucléaires de base.

Le premier critère, appelé « émergence sonore » et s'exprimant en Décibel A - dB (A) est la différence de niveau sonore entre le niveau de bruit ambiant et le bruit résiduel. L'émergence sonore se calcule à partir de mesures réalisées aux premières habitations, en Zone à Émergence Réglementée (ZER).

Le deuxième critère, en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2013, concerne le niveau sonore mesuré en dB (A) en limite d'établissement de l'installation.

Pour répondre à ces exigences réglementaires et dans l'optique de réduire l'impact de ses installations, EDF mène depuis 1999 des études d'impact acoustique basées sur des mesures de longue durée dans l'environnement et sur les matériels. En parallèle, des modélisations 3D sont réalisées pour hiérarchiser les sources sonores les plus prépondérantes, et si nécessaire, définir des objectifs d'insonorisation.

Les principales sources de bruit des installations nucléaires sont généralement les réfrigérants atmosphériques pour les CNPE équipés, les stations de pompage, les salles des machines, les cheminées du bâtiment des auxiliaires nucléaires, et les transformateurs.

La Mission Communication du CNPE de Saint-Alban réalise des informations, par le biais du numéro vert du CNPE mais aussi en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2 km, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Le numéro vert permet de retrouver toute l'actualité du CNPE de Saint-Alban, 24 heures sur 24 : 0800 00 23 68.

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent des niveaux très faibles de radioactivité artificielle dans l'environnement du CNPE dont la majeure partie trouve son origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par IRSN, présenté en annexe 1.

L'IRSN produit également un bilan radiologique de l'environnement français disponible au lien suivant :

https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2015-2017.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace³ est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

Le calcul de dose efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque CNPE telles que les conditions météorologiques, les habitudes alimentaires des riverains, les conditions de dispersion des effluents rejetés dans le milieu récepteur, etc. Les données alimentaires et les temps consacrés aux activités intérieures ou extérieures dans les environnements terrestre et aquatique ont été actualisés en 2013-2014 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année sur leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...);
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation ;

³ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor) facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément «**dose**».

- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement ;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des CNPE est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que certaines caractéristiques de l'environnement et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

L'échelle suivante présente des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et la comparaison aux seuils réglementaires :

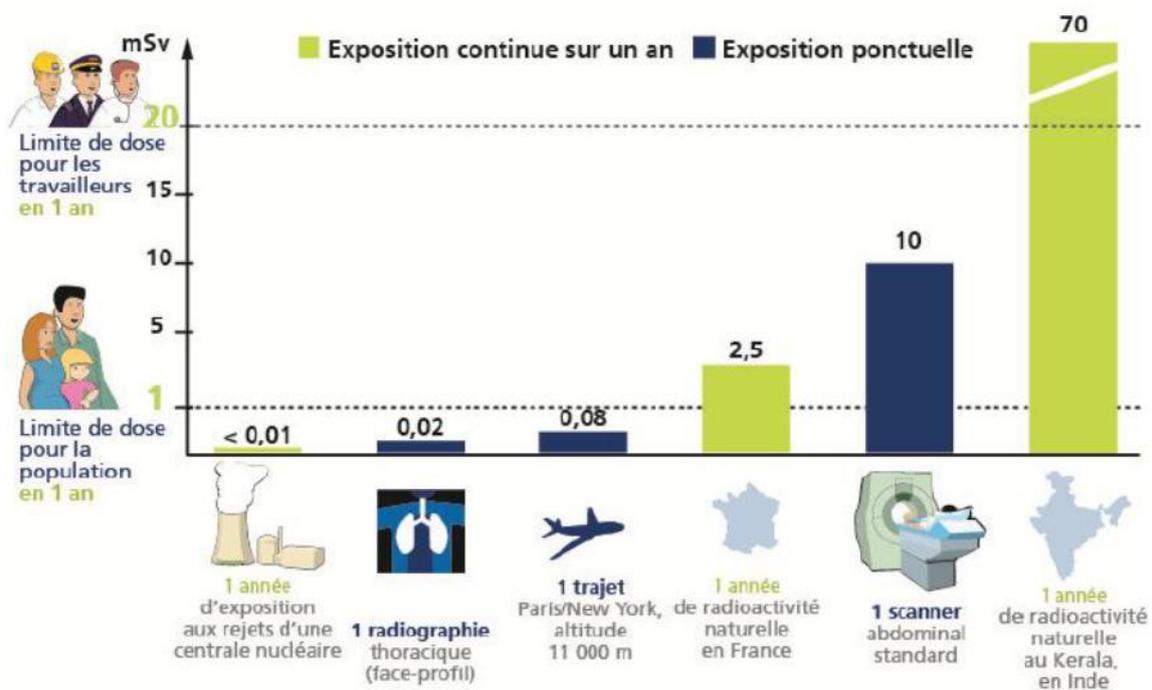


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

L'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants (d'origine naturelle et artificielle) est de 4,5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 3 ci-après.

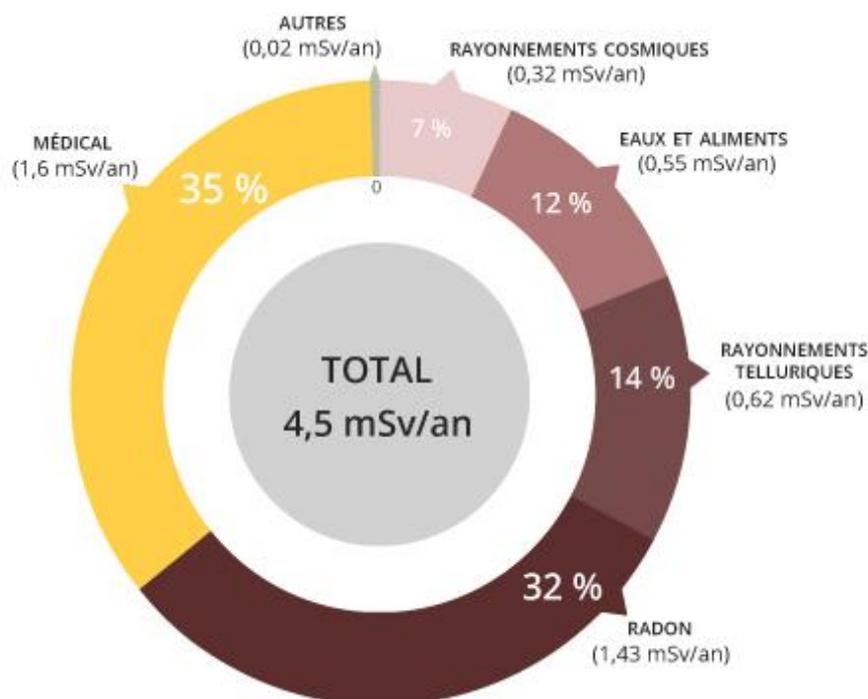


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2015)

Le tableau suivant fournit les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2019 effectués par le CNPE de Saint-Alban, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du CNPE.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,1E-06	1,3E-05	1,4E-05
Rejets d'effluents liquides	2,2E-07	1,4E-04	1,4E-04
Total	1,3E-06	1,5E-04	1,5E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,1E-06	1,1E-05	1,2E-05
Rejets d'effluents liquides	SO	1,7E-04	1,7E-04
Total	1,1E-06	1,8E-04	1,8E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,1E-06	2,1E-05	2,2E-05
Rejets liquides	SO	2,0E-04	2,0E-04
Total	1,1E-06	2,2E-04	2,2E-04

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-3} mSv/an pour l'adulte, 1.10^{-3} mSv/an pour l'enfant de 10 ans et 1.10^{-3} mSv/an pour l'enfant de 1 an.

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2019 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'étude d'impact de l'installation, dont les hypothèses et modalités de calcul restent pertinentes au regard des évolutions scientifiques.

Partie VIII - Gestion des déchets

Comme toute activité industrielle, la production d'électricité d'origine nucléaire génère des déchets, dont des déchets conventionnels et radioactifs à gérer avec la plus grande rigueur.

Responsable légalement, industriellement et financièrement des déchets qu'il produit, EDF a, depuis l'entrée en service de ses premières centrales nucléaires, mis en œuvre des procédés adaptés qui permettent de protéger efficacement l'environnement, les populations, les travailleurs et les générations futures contre les risques associés à ses déchets.

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

- limiter les quantités produites et la nocivité des déchets ;
- trier par nature et niveau de radioactivité ;
- conditionner et préparer la gestion à long terme ;
- isoler les déchets de l'homme et de l'environnement.

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de Saint-Alban, la limitation de la production des déchets se traduit par la réduction, pour atteindre des valeurs aussi basses que possible, du volume et de l'activité des déchets dès la phase d'achat de matériel ou de la prestation, durant la phase de préparation des chantiers et lors de leur réalisation.

I. Les déchets radioactifs

Les modalités de gestion mises en œuvre visent notamment à ce que les déchets radioactifs n'aient aucune interaction avec les eaux (nappe et cours d'eau) et les sols. Les opérations de tri, de conditionnement, de préparation à l'expédition s'effectuent dans des locaux dédiés et équipés de systèmes de collecte d'effluents éventuels.

Avant de sortir des bâtiments, les déchets radioactifs bénéficient tous d'un conditionnement étanche qui constitue une barrière à la radioactivité et prévient tout transfert dans l'environnement.

Les contrôles réalisés par les experts internes et les pouvoirs publics sont nombreux et menés en continu pour vérifier l'absence de contamination.

Les déchets conditionnés et contrôlés sont ensuite expédiés vers les filières de traitement ou de stockage définitif.

Les mesures prises pour limiter les effets de ces déchets sur la santé comptent parmi les objectifs visés par les dispositions mises en œuvre pour protéger la population et les intervenants des risques de la radioactivité. L'ensemble de ces dispositions constitue la radioprotection. Ainsi, pour protéger les personnes travaillant dans les centrales, et plus particulièrement les équipes chargées de la gestion des déchets radioactifs, des mesures simples sont prises, comme la mise en place d'un ou plusieurs écrans (murs et dalles de béton, parois en plomb, verres spéciaux chargés en plomb, eau des piscines, etc.), dont l'épaisseur est adaptée à la nature du rayonnement du déchet.

1. Les catégories de déchets radioactifs

Selon la durée de vie des éléments radioactifs contenus et le niveau d'activité radiologique qu'ils présentent, les déchets sont classés en plusieurs catégories. On distingue

les déchets « à vie courte » des déchets « à vie longue » en fonction de leur période (une période s'exprime en années, jours, minutes ou secondes. Elle quantifie le temps au bout duquel l'activité radioactive initiale du déchet est divisée par deux).

Tous les déchets dits « à vie courte » ont une période inférieure ou égale à 31 ans. Ils bénéficient de solutions de gestion industrielles définitives dans les centres spécialisés de l'Andra situés dans l'Aube à Morvilliers (déchets de très faible activité, TFA) ou Soulaines (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

Ces déchets proviennent essentiellement :

- des systèmes de filtration (épuration du circuit primaire : filtres, résines, concentrats, boues...);
- des opérations de maintenance sur matériels : pompes, vannes...
- des opérations d'entretien divers : vinyles, tissus, gants...
- de certains travaux de déconstruction des centrales mises à l'arrêt définitif (gravats, pièces métalliques...).

Le conditionnement des déchets triés consiste à les enfermer dans des emballages ou contenants adaptés pour éviter toute dissémination de la radioactivité. On obtient alors des déchets conditionnés, appelés aussi « colis de déchets ». Sur les sites nucléaires, le choix du conditionnement dépend de plusieurs paramètres, notamment du niveau d'activité, des dimensions du déchet, de l'aptitude au compactage, à l'incinération et de la destination du colis. Ainsi, le conditionnement de ces déchets est effectué dans différents types d'emballages : coque ; fût ou caisson métallique ; fût plastique (PEHD : polyéthylène haute densité) pour les déchets destinés à l'incinération dans l'installation Centraco ; big-bag ou casier.

Les progrès constants accomplis, tant au niveau de la conception des centrales que de la gestion du combustible et de l'exploitation des installations, ont déjà permis de réduire les volumes de déchets à vie courte de façon significative. Ainsi, les volumes des déchets d'exploitation ont été divisés par trois depuis 1985, à production électrique équivalente.

Les déchets dits « à vie longue » ont une période supérieure à 31 ans. Ils sont générés :

- par le traitement du combustible nucléaire usé effectué dans l'usine ORANO de la Hague, dans la Manche ;
- par la mise au rebut de certaines pièces métalliques issues des réacteurs ;
- par la déconstruction des centrales d'ancienne génération.

Le remplacement de certains équipements du cœur des réacteurs actuellement en exploitation (« grappes » utilisées pour le réglage de la puissance, fourreaux d'instrumentation, etc.) produit des déchets métalliques assez proches en typologie et en activité des structures d'assemblages de combustible : il s'agit aussi de déchets « de moyenne activité à vie longue » (MAVL) qui sont entreposés dans les piscines de désactivation.

Le traitement des combustibles usés consiste à séparer les matières qui peuvent être valorisées et les déchets. Cette opération est réalisée dans les ateliers spécialisés situés dans l'usine ORANO.

Après une utilisation en réacteur pendant quatre à cinq années, le combustible nucléaire contient encore 96 % d'uranium qui peut être recyclé pour produire de nouveaux assemblages de combustible. Les 4 % restants (les « cendres » de la combustion nucléaire) constituent les déchets ultimes qui sont vitrifiés et coulés dans des conteneurs en acier

inoxydable : ce sont des déchets « de haute activité à vie longue (HAVL) ». Les parties métalliques des assemblages sont compactées et conditionnées dans des conteneurs en acier inoxydable qui sont entreposés dans l'usine précitée : ce sont des déchets « de moyenne activité à vie longue (MAVL) ».

Depuis la mise en service du parc nucléaire d'EDF, et à production énergétique équivalente, l'amélioration continue de l'efficacité énergétique du combustible a permis de réduire de 25 % la quantité de combustible consommée chaque année. Ce gain a permis de réduire dans les mêmes proportions la production de déchets issus des structures métalliques des assemblages de combustible.

La déconstruction produit également des déchets de catégorie similaire. Enfin, les empilements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de faible activité à vie longue (FAVL) ».

En ce qui concerne les déchets de haute et moyenne activité « à vie longue », la solution industrielle de gestion à long terme retenue par la loi du 28 juin 2006 est celle du stockage géologique (projet Cigéo, en cours de conception). Les déchets déjà existants sont pour le moment entreposés en toute sûreté sur leur lieu de production dans l'attente de la mise en service de l'installation ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés).

Le tableau ci-dessous présente les différentes catégories de déchets, les niveaux d'activité et les conditionnements utilisés.

Types déchet	Niveau d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs, coques, caissons
Résines secondaires				
Concentrats, boues				
Pièces métalliques				
Matières plastiques, celluloses				
Déchets non métalliques (gravats...)				
Déchets graphite	Faible	Longue	FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets actives	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actives REP)

2. Le transport des déchets

Après conditionnement, les colis de déchets peuvent être orientés vers :

- le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage des déchets de très faible activité (CIREs) exploité par l'Andra et situé à Morvilliers (Aube) ;
- le centre de stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets à faible ou moyenne activité exploité par l'Andra et situé à Soulaines (Aube) ;
- l'installation Centraco exploitée par Cyclife France et située à Marcoule (Gard) qui reçoit les déchets destinés à l'incinération et à la fusion. Après traitement, ces déchets sont évacués vers l'un des deux centres exploités par l'Andra.

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

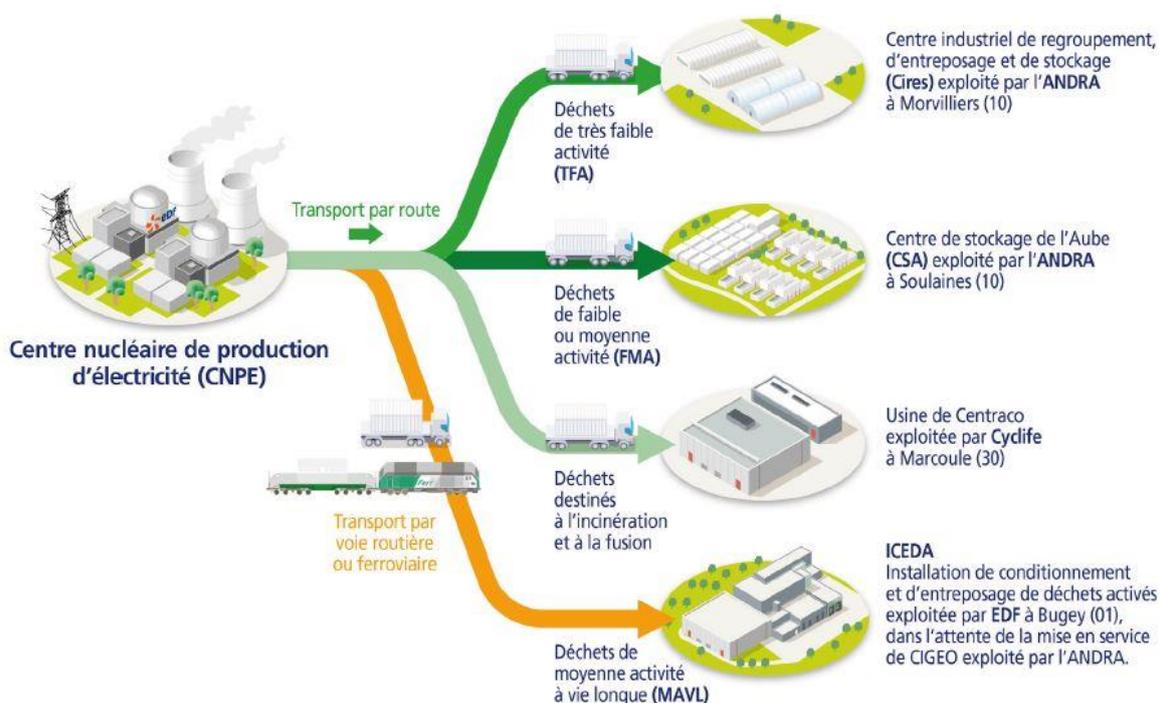


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2019

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019	Commentaires
TFA	81,13 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	20,81 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants
FMAVC (Solides)	78,9 tonnes	Localisation BAN et BAC
FAVL	0 tonnes	/

MAVL	201 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)
------	------------	---

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019	Type d'emballage
TFA	458 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Liquides)	/	/
FMAVC (Solides)	38 colis	Coques béton
	379 colis	Futs (métalliques, PEHD)
	11 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de 2019.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	532
CSA à Soulaines	212
Centraco à Marcoule	1383

En 2019, 2127 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

II. Les déchets non radioactifs

Conformément à l'arrêté INB et à la décision ASN 2015-DC-0508, les INB établissent et gèrent un plan de zonage déchets, qui vise à distinguer :

- les zones à déchets conventionnels (ZDC) d'une part, à l'intérieur desquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être ;
- les zones à production possible de déchets nucléaires (ZPPDN) d'autre part, à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être.

Les déchets conventionnels produits par les INB sont ceux issus de ZDC et sont classés en 3 catégories :

- les déchets inertes (DI), qui ne contiennent aucune trace de substances toxiques ou dangereuses, et ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante pour l'environnement (déchets minéraux, verre, déblais, terres et gravats, ...);
- les déchets non dangereux non inertes, qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux (gants, plastiques, déchets métalliques, papier/carton, caoutchouc, bois, câbles électriques, ...);
- les déchets dangereux (DD) qui contiennent des substances dangereuses ou toxiques, ou sont souillés par de telles substances (accumulateurs au plomb, boues/terres marquées aux hydrocarbures, résines, peintures, piles, néons, déchets inertes et industriels banals souillés, déchets amiantifères, bombes aérosols, ...).

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2019 par les INB d'EDF.

Quantités 2019 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	222,465	218,897	757,367	632,055	1310,080	1310,080	2289,912	2161,032

Les déchets conventionnels sont gérés conformément aux principes définis dans la directive cadre sur les déchets :

- réduire leur production et leur dangerosité par une gestion optimisée,
- favoriser le recyclage et la valorisation.

De nombreuses actions sont mises en œuvre par EDF pour en optimiser la gestion, afin notamment d'en limiter les volumes et les effets sur la santé et l'environnement. Parmi celles-ci, peuvent être citées :

- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié ISO 14001 d'EDF, est composé de représentants des Divisions/Métiers des différentes Directions productrices de déchets. Ses principales missions consistent à apporter de la cohérence en proposant des règles et outils de référence aux entités productrices de déchets,
- les entités productrices de déchets conventionnels disposent d'un outil informatique qui permet en particulier de maîtriser les inventaires de déchets et leurs voies de gestion,
- la définition depuis 2008 d'un objectif de valorisation pour l'ensemble des déchets valorisables. Cet objectif est actuellement fixé à 90%,
- la prise en compte de la gestion des déchets dans les contrats de gestion des sites,

- la mise en place de structures opérationnelles assurant la coordination et la sensibilisation à la gestion des déchets de l'ensemble des métiers,
- la création de stages de formation spécifiques « gestion des déchets conventionnels »,
- le recensement annuel des actions de prévention de production des déchets.

En 2019, les 2 unités de production du CNPE de Saint-Alban ont produit 2289,5 tonnes de déchets conventionnels : 95 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS – Diesel d'Ultime Secours

EBA - Ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE 1

Extrait du Rapport IRSN/2019-00435 :

*« Suivi radioécologique annuel des
CNPE du Rhône et du site en démantèlement de Creys-Malville »*



N'imprimez ce document que si vous en avez l'utilité.

EDF SA
22-30, avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08
Capital de 1 525 484 813 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
www.edf.fr

CNPE de Saint-Alban
BP 31
38550 SAINT-MAURICE L'EXIL
Numéro de téléphone 04 74 31 32 32

Suivi radioécologique annuel des CNPE du Rhône et du site en démantèlement de Creys-Malville

Année 2018

Rapport IRSN/2019-00435

Pôle Santé et Environnement Pôle Santé et
Environnement Pôle Santé et Environnement

Service d'expertise et d'étude en radioprotection des
populations et de la radioactivité dans
l'environnement

6 ÉTAT RADIOLOGIQUE DU CNPE DE SAINT-ALBAN-SAINT-AURICE-L'EXIL

6.1 Généralités et chronologie des études radioécologiques antérieures

Le CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est situé en aval des villes de Lyon (50 km) et de Vienne (20 km). Il est implanté en rive gauche du Rhône (figure 22 page 126). En amont du site, se trouvent les installations de Creys-Malville (en déconstruction, à 130 km) et du Bugey (à 100 km) ainsi que les installations du CERN près de Genève (140 km) et les centres hospitaliers de la région lyonnaise. À son aval immédiat, est situé l'aménagement hydraulique de Saint-Pierre-de-Bœuf (Compagnie Nationale du Rhône) qui initie un tronçon canalisé d'une dizaine de kilomètres. Le CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil se compose de deux tranches de la filière des REP de 1300 MWe, couplées au réseau en août 1985 et juillet 1986.

Les conditions d'exécution et les limites des rejets d'effluents, dans le cours d'eau et dans l'atmosphère, sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L'exploitant n'a pas porté à la connaissance de l'IRSN d'évènement intéressant l'environnement pour l'année 2018 ayant pu avoir une conséquence mesurable sur les niveaux d'activité des échantillons analysés dans le cadre de ce suivi annuel.

La dispersion des rejets des effluents dans l'environnement est contrainte par les conditions météorologiques (des vents nord/nord-ouest dominants) et hydrologiques propres au site (la zone de mélange complet commence en aval du barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf).

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est exposée sur la figure 21 page 122.

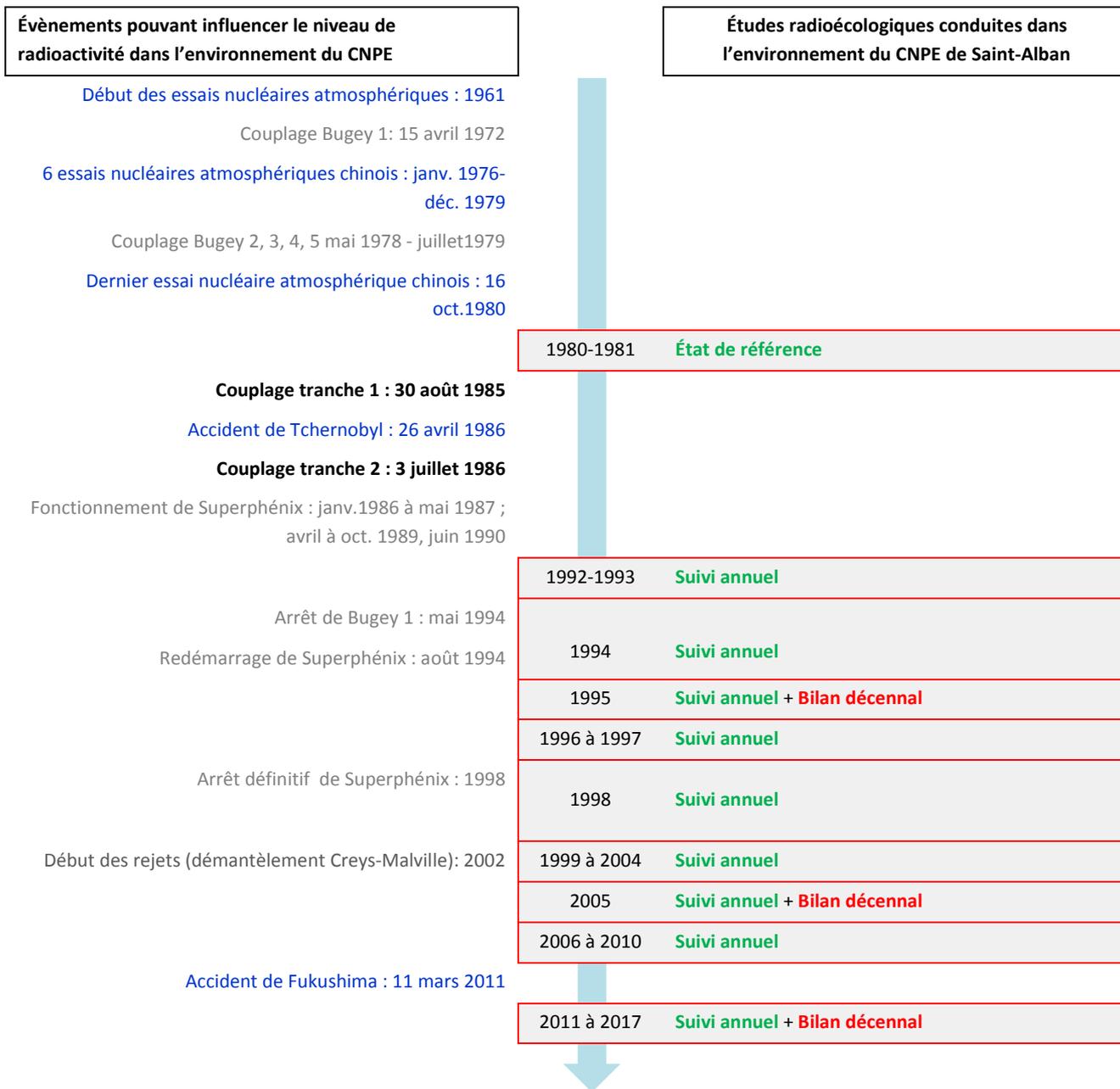


Figure 21 - Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

6.2 État radiologique de l'environnement terrestre

6.2.1 Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement, ainsi que la nature des échantillons collectés, sont reportées sur la figure 22 page 126. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le tableau 55 page 124. La granulométrie et la teneur en matière organique des sols analysés sont présentées dans le tableau 67 page 152.

Pour l'essentiel, la stratégie de prélèvement et d'analyse est commune à l'ensemble des sites (Annexes). Le choix des stations et de la nature des prélèvements permet la comparaison des résultats avec ceux des études antérieures. Les sols échantillonnés sont des sols non cultivés sur lesquels les cultures, pluriannuelles, ne demandent aucun remaniement (pâturages). Ce type de sol est privilégié dans l'objectif de mesurer l'accumulation potentielle des dépôts atmosphériques sur plusieurs années. Les échantillons sont, en dehors des indicateurs végétaux (mousses terricoles, herbe et feuilles d'arbres), des vecteurs directs ou indirects de radioactivité vers l'homme : le lait et des légumes-feuilles comme les salades. Les végétaux cultivés (salade et herbe) sont communs sur l'ensemble du territoire français. Leur cycle végétatif annuel et leur grande surface d'interception en font d'assez bons indicateurs de marquage. De l'eau de boisson et du lait de vache sont collectés, dans la mesure du possible, sur une commune à proximité du site. Dans la stratégie générale, une mousse terricole, une production agricole, un sol de prairie, de l'herbe et un lait sont prélevés sous les vents dominants (ZI). Hors vents (ZNI), une mousse, un sol de prairie, de l'herbe et une production agricole sont collectées.

Des contraintes supplémentaires peuvent localement modifier la position, le nombre ou les analyses réalisées.

Les prélèvements potentiellement influencés sous les vents dominants sont réalisés, à proximité du CNPE, dans l'axe de la vallée du Rhône (Saint-Maurice-l'Exil, Limony, Saint-Pierre-de-Bœuf). Les stations de référence, hors de la zone sous les vents du CNPE, sont situées à l'est, en dehors de l'axe Nord-Sud et à distance du CNPE, sur les communes de La Chapelle-de-Surieu et de Saint-Romain-de-Surieu. Le prélèvement de mousses est réalisé à Limony. Du lait de vache a été prélevé dans l'exploitation qui subsiste à proximité du CNPE, à Pélussin, dans une zone ouest/nord-ouest non influencée par le vent. Les prélèvements de sol de prairie et d'herbe sont restés localisés au hameau de Velay pour préserver la chronique de résultat des années antérieures. Des feuilles de lierre ont été prélevées à Saint-Maurice-l'Exil, sous les vents dominants.

La pérennité des stations et de la nature des prélèvements permettent la comparaison des résultats avec ceux des études antérieures.

Les mousses récoltées sous les vents dominants ont fait l'objet d'une mesure par spectrométrie gamma ; l'¹³¹I y est spécifiquement recherché. Les échantillons de lierre, salades, sol de prairie et lait ont également été mesurés en spectrométrie gamma. Dans le lierre, les salades et le lait, le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés. Enfin, le ¹⁴C est recherché dans le lait et les salades.

Des échantillons d'herbe et de sol non cultivé prélevés hors et sous vents dominants sont placés en échantillothèque pour une durée de 10 ans.

Tableau 55 - Identification des échantillons analysés dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique de 2018

Situation par rapport au CNPE	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
1,1 km SSE	Saint-Maurice-l'Exil	04,75968	45,39493	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	12/06/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	4,08	9,75
1,1 km SSE	Saint-Maurice-l'Exil	04,75968	45,39493	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	12/06/2018	Tritium lié	3,94	-
1,1 km SSE	Saint-Maurice-l'Exil	04,75968	45,39493	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	12/06/2018	Tritium libre	3,94	-
1,1 km SSE	Saint-Maurice-l'Exil	04,75968	45,39493	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	12/06/2018	Hydrogene	3,94	-
5 km S	Hameau de Velay (Saint-Pierre-de-Boeuf)	04,73865	45,36480	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Spectrometrie gamma (sec)	1,33	-
5 km S	Hameau de Velay (Saint-Pierre-de-Boeuf)	04,73865	45,36480	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Granulometrie (sec)	1,33	-
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	19,79	5,06
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	Tritium lié	16,27	-
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	Tritium libre	16,27	-
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	Carbone 14	16,27	-
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	C-13 sur C-12	16,27	-
6 km S	Limony	04,75716	45,35376	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	04/07/2018	Hydrogene	16,27	-
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits	Lait de vache	Entier	21/02/2018	Spectrometrie	7,61	15,07

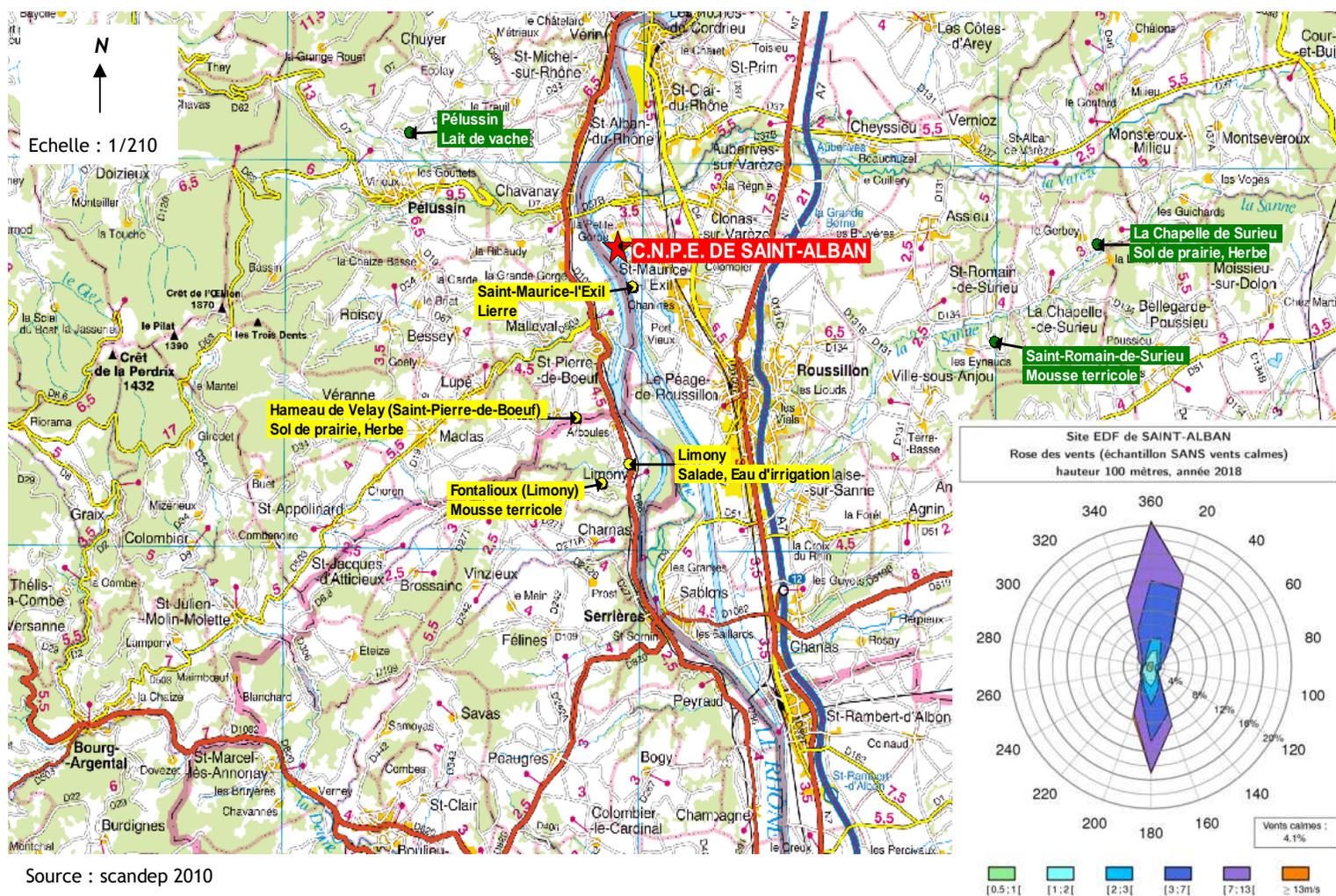
Situation par rapport au CNPE	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
				alimentaires liquides non transformés				gamma (cendres)		
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	21/02/2018	Tritium lié	7,69	-
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	21/02/2018	Tritium libre	-	-
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	21/02/2018	Carbone 14	7,69	-
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	21/02/2018	C-13 sur C-12	7,69	-
6,5 km ONO	Pelussin	04,68090	45,43183	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	21/02/2018	Hydrogene	7,69	-
6,5 km S	Fontalioux (Limony)	04,74760	45,34964	Mousses terricoles	Mousse <i>Scleropodium purum</i>	Entier	21/02/2018	Spectrometrie gamma (frais) + I-131	6,44	-

- : absence de traitement.

Prélèvements hors vents dominants de l'installation

Prélèvements sous les vents dominants de l'installation

Figure 22 - Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu terrestre pour le suivi radioécologique annuel 2018 du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil (en vert les stations hors vents dominants, en jaune les stations sous les vents dominants)



6.2.2 Résultats et interprétation

6.2.2.1 *Radionucléides émetteurs gamma*

6.2.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 68 page 153.

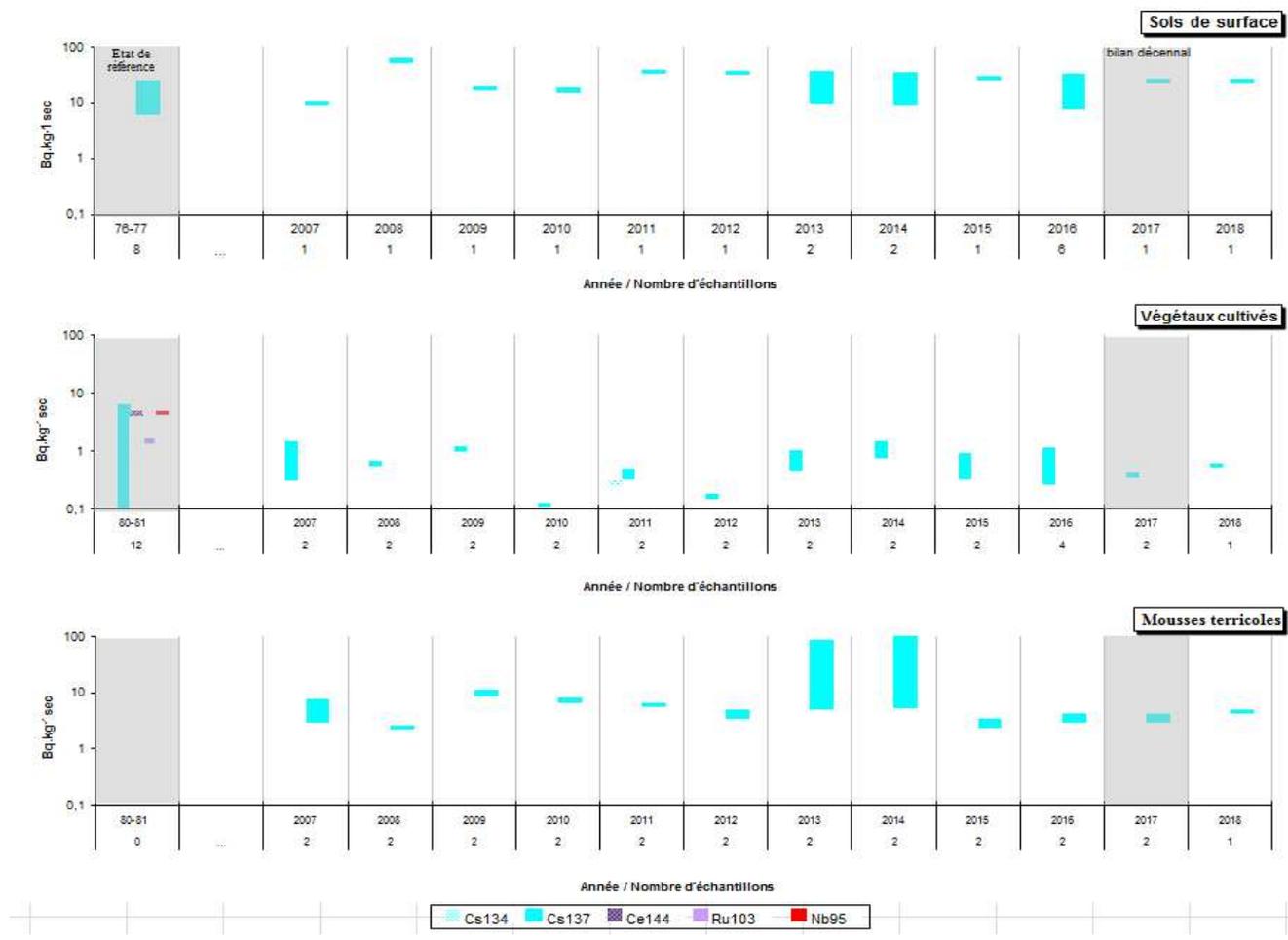
En 2018, la radioactivité d'origine naturelle quantifiée dans les matrices terrestres prélevées autour du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est du même ordre de grandeur que les valeurs habituelles [1]. La radioactivité d'origine naturelle présente une composante tellurique prépondérante dans les sols et les végétaux. Elle provient principalement du ^{40}K et, dans une moindre mesure, des radionucléides des familles du ^{232}Th et de l' ^{238}U . Dans les sols, les activités massiques en ^{40}K , en descendants du ^{232}Th et du ^{238}U sont proches des valeurs observées en France métropolitaine [22, 23, 1]. La seconde composante, d'origine cosmogénique, est due au ^7Be , présent principalement dans les végétaux dont la surface foliaire est propice à la captation des retombées atmosphériques. Dans le lait de vache, le ^{40}K est toujours proche de 50 Bq.L^{-1} , quels que soient l'année ou le lieu du prélèvement. Ces résultats de mesure attestent de l'absence de biais dans les étapes de prélèvements, de préparation et de mesure des échantillons.

6.2.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 69 page 154.

Le ^{137}Cs est quantifié dans l'ensemble des matrices prélevées. En 2018, les activités en ^{137}Cs détectées dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (figure 23 page 128 et tableau 57 page 142 au tableau 61 page 146). L' ^{131}I mesuré dans les mousses terrestres prélevées à Limony présente une activité inférieure au seuil de décision.

Figure 23 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie γ dans des échantillons de sols, végétaux cultivés et mousses terrestres prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil



6.2.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

6.2.2.2.1 Tritium

Les résultats d'analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 70 page 155 et le tableau 71 page 155.

Les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié sont proches du bruit de fond attendu en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (1 à 3 Bq.L⁻¹ d'après [1]) pour les salades, le lierre et le lait de vache.

6.2.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités ¹⁴C dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 72 page 156.

Les activités en ¹⁴C mesurées dans le lait prélevé à Pélussin et les salades prélevées à Limony sont proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local (proche de 230 Bq.kg⁻¹ C d'après [1]).

6.3 État radiologique de l'environnement aquatique

6.3.1 Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement et la nature des échantillons collectés sont indiquées sur la figure 24 page 134 et suivante. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le tableau 56 page 131 et suivantes. La teneur en matière organique et la granulométrie des sédiments sont présentées dans le tableau 73 page 157. Elles sont suffisamment proches pour minimiser la variabilité des résultats.

Les stations et la nature des prélèvements permettent la comparaison avec les résultats des études antérieures. Les stations de référence, en amont du site, sont localisées entre le barrage de Pierre-Bénite et Chavanay. Les mousses ont été prélevées, cette année, à deux stations situées en amont (Pierre-Bénite et Chasse-sur-Rhône) car la quantité de mousse était insuffisante à la station de Chasse-sur-Rhône pour réaliser l'ensemble des analyses. En aval, les prélèvements de végétaux et de sédiments sont réalisés à proximité des ouvrages de Saint-Pierre-de-Bœuf et des Sablons. Les poissons sont collectés à la confluence entre le canal et le Rhône.

L'eau de boisson, prélevée à la station de Péage-de-Roussillon, en aval du CNPE, provient d'un réseau d'eau potable alimenté par la nappe phréatique située dans une zone potentiellement soumise à l'influence des rejets d'effluents liquides du CNPE. Le captage est situé dans la nappe alluviale, à 600 mètres du Rhône, dans un puits de 15 mètres de profondeur. Ce puits contribue à l'alimentation en eau potable des communes de Roussillon, Péage-de-Roussillon, la partie sud de Saint-Maurice-l'Exil, Chanas, Sablons et Salaises-sur-Sanne [26]. L'état de référence [27, 28] a montré que cette nappe avait une certaine vulnérabilité à un apport de tritium depuis le Rhône.

Les pêches ont été réalisées au filet à grandes mailles par un pêcheur professionnel. Les poissons collectés sont des barbeaux fluviatiles de taille moyenne et d'âge proche (plus de 10 ans). Les mesures réalisées sur les poissons ont porté sur les muscles afin d'étudier la fraction susceptible d'être consommée par l'homme et de s'affranchir du contenu du tractus gastro-intestinal.

L'essentiel des échantillons prélevés a été mesuré par spectrométrie γ . L' ^{131}I , le ^{14}C , le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés dans les phanérogames immergées, sauf dans les prélèvements réalisés en aval lointain. Le tritium libre, le tritium organiquement lié ainsi que le ^{14}C sont mesurés sur les poissons. Le ^{63}Ni et le ^{55}Fe sont mesurés dans les mousses aquatiques.

Des aliquotes complémentaires de sédiments, de poissons et de phanérogames ont été prélevées. Elles ont été lyophilisées et conditionnées sous vide et seront archivées pendant 10 ans dans l'échantilloteque.

Tableau 56 - Identification des échantillons analysés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique de 2018.

Situation par rapport au CNPE	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Lieu de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
44,3 km amont	Barrage de Pierre-Benite	04,83409	45,68399	Rive droite Aval du barrage	Mousses aquatiques	Mousse	Parties aeriennes	10/09/2018	Fer 55	5,60	3,78
32 km amont	Vienne amont (Chasse-sur-Rhone)	04,78511	45,59280	Rive gauche	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Nickel 63	4,34	3,95
32 km amont	Vienne amont (Chasse-sur-Rhone)	04,78511	45,59280	Rive gauche	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Nickel	4,34	3,95
14,3 km amont	Vaugris	04,82599	45,49581	Rive droite	Sediment	Sediment	Diametre inferieur a 2 mm	20/02/2018	Spectrometrie gamma (sec)	2,10	-
14,3 km amont	Vaugris	04,82599	45,49581	Rive droite	Sediment	Sediment	Diametre inferieur a 2 mm	20/02/2018	Granulometrie (sec)	2,10	-
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	4,86	17,51
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	Tritium lié	4,97	-
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	Tritium libre	4,97	-
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	Carbone 14	4,97	-
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	C-13 sur C-12	4,97	-
9,2 km amont	Les Roches-de-Condrieux	04,78008	45,45934	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	18/04/2018	Hydrogene	4,97	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Spectrometrie gamma (frais) + I-131	1,00	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Tritium lié	11,32	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Tritium libre	11,32	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames	Myriophylle en epi	Parties	11/06/2018	Carbone 14	11,32	-

Situation par rapport au CNPE	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Lieu de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames immergees	<i>Myriophyllum spicatum L.</i>	aeriennes	11/06/2018	C-13 sur C-12	11,32	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74599	45,41020	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11/06/2018	Hydrogene	11,32	-
1 km amont	Pont de Chavanay	04,74477	45,41298	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	10/09/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	13,91	3,75
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,75648	45,38146	Rive droite	Sediment	Sediment	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Spectrometrie gamma (sec)	2,41	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,75648	45,38146	Rive droite	Sediment	Sediment	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Granulometrie (sec)	2,41	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	Spectrometrie gamma (frais) + I-131	1,00	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	Tritium lié	10,54	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	Tritium libre	10,54	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	Carbone 14	10,54	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	C-13 sur C-12	10,54	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	12/06/2018	Hydrogene	10,54	-
2,5 km aval	Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	04,76057	45,38035	Rive droite	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	10/09/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	12,77	4,21
2,5 km aval	Plan d'eau de la Lone	04,75247	45,37297	Rive droite	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	04/07/2018	Nickel 63	7,01	3,84

Situation par rapport au CNPE	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Lieu de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
2,5 km aval	Plan d'eau de la Lone	04,75247	45,37297	Rive droite	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aériennes	04/07/2018	Fer 55	7,01	3,84
5 km aval	Le Peage-de-Roussillon	04,79422	45,37422		Eau douce	Eau de boisson	Filtrat a 0,20 µm	12/06/2018	Tritium libre	-	-
5,5 km aval	Limony	04,75716	45,35376	Eau provenant d'un forage de 26 m pres du stade.	Eau douce	Eau d'irrigation	Filtrat a 0,20 µm	04/07/2018	Tritium libre	-	-
11 km aval	Barrage des Sablons	04,79649	45,30972	Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Spectrometrie gamma (sec)	2,34	-
11 km aval	Barrage des Sablons	04,79649	45,30972	Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diametre inferieur a 2 mm	21/02/2018	Granulometrie (sec)	2,34	-
12 km aval	Aval usine-ecluse de Sablons	04,80255	45,30230	Rive gauche	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	10/09/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	13,65	4,15
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	Spectrometrie gamma (cendres)	4,51	18,17
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	Tritium lié	4,65	-
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	Tritium libre	4,65	-
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	Carbone 14	4,65	-
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	C-13 sur C-12	4,65	-
13,2 km aval	Canal de fuite de Sablons	04,80776	45,29285	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	19/04/2018	Hydrogene	4,65	-

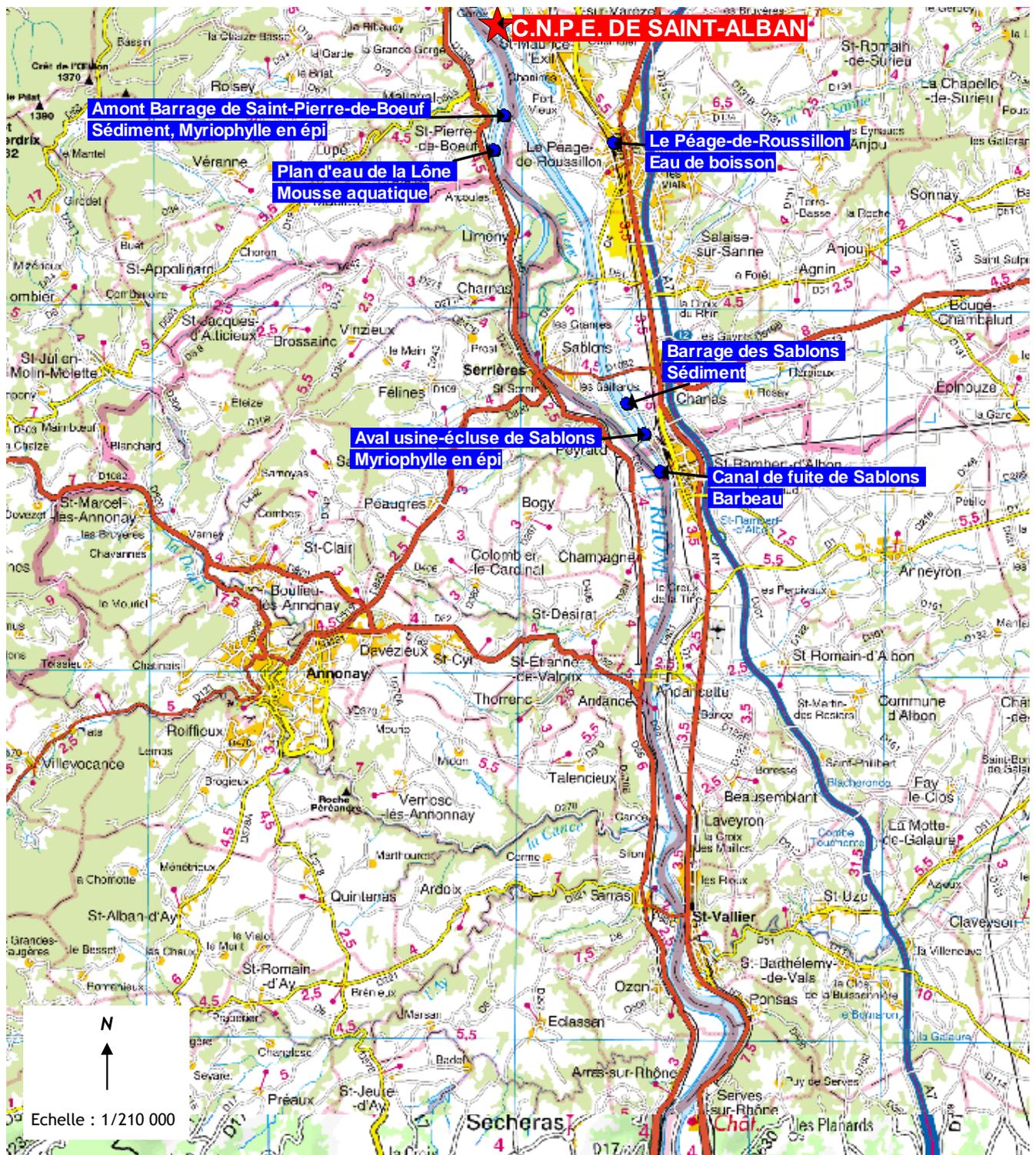
- : absence de traitement.

Amont	Prélèvements en amont du dispositif de rejet des effluents liquides
Aval	Prélèvements en aval du dispositif de rejet des effluents liquides
	Prélèvements en aval du dispositif de rejet des effluents liquides

Figure 24 - Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu aquatique (bleu clair en amont et bleu foncé en aval) pour le suivi radioécologique annuel 2018 du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil.



Source : scandep 2010 / MapInfo 6.5



6.3.2 Résultats et interprétation

6.3.2.1 *Radionucléides émetteurs gamma*

6.3.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 74 page 158.

En 2018, la radioactivité d'origine naturelle détectée dans les sédiments, végétaux et poissons est qualitativement et quantitativement du même niveau que celle observée habituellement pour ces matrices [1]. La radioactivité est liée à la présence du ^{40}K dans l'ensemble des matrices échantillonnées. Les activités en ^{40}K dans les poissons sont proches des valeurs attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de 100 Bq.kg^{-1} frais). Les radionucléides des familles de l' ^{238}U et du ^{232}Th ainsi que le ^7Be sont détectés dans les sédiments et les végétaux. Ces résultats de mesure attestent de l'absence de biais dans les étapes de prélèvements, de préparation et de mesure des échantillons.

6.3.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 75 page 159.

Le ^{137}Cs est présent dans tous les compartiments de l'écosystème aquatique. En 2018, les activités en ^{137}Cs mesurées dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (figure 25 page 137 et tableau 63 page 148 au tableau 66 page 151) excepté dans les sédiments collectés à Vaugris, en amont du site. L'activité en ^{137}Cs mesurée dans ces sédiments est plus élevée qu'en aval du site mais reste dans la gamme des valeurs observées dans les sédiments à la fin des années 90. Aucun autre émetteur γ d'origine artificielle n'a été mesuré dans les échantillons prélevés en milieu aquatique excepté l' ^{131}I . Ce dernier est décelé dans les échantillons de phanérogames immergées en amont et en aval du CNPE avec une activité plus élevée en aval du site.

Figure 26 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie γ dans les poissons pêchés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

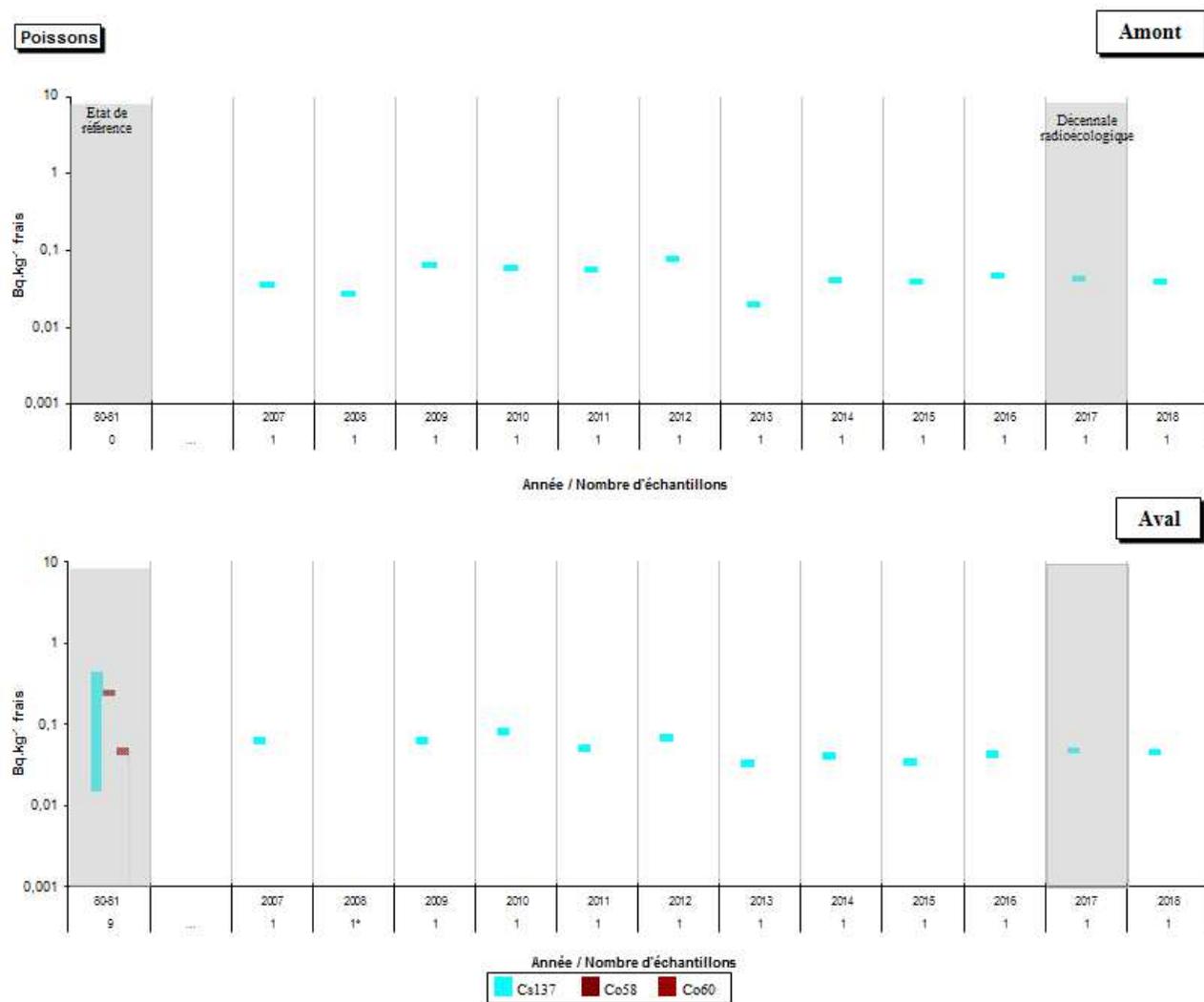
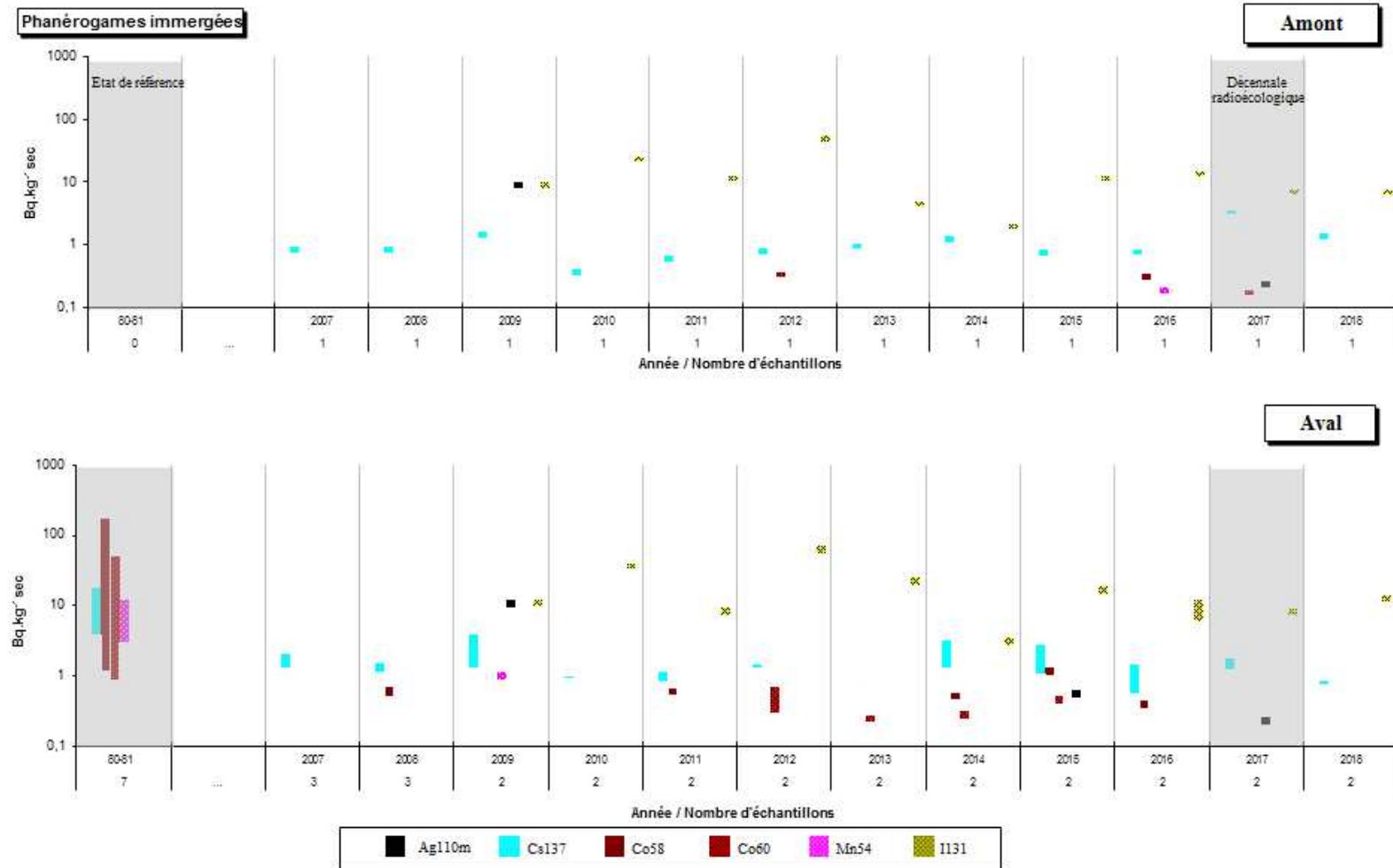


Figure 27 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie γ dans les phanérogames immergées prélevées dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil



6.3.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

6.3.2.2.1 Tritium

Les résultats d'analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 76 page 160 et le tableau 77 page 161.

Les activités en tritium libre observées dans les muscles de poissons en amont et en aval du CNPE ainsi que dans l'eau d'irrigation sont inférieures aux seuils de décision. Les activités en tritium organiquement lié mesurées dans la chair de poissons et les phanérogames immergées sont supérieures aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (1 à 3 Bq.L⁻¹ d'après [1]) avec des activités plus élevées en aval qu'en amont du CNPE. Dans les phanérogames immergées, l'activité en tritium libre est plus élevée en amont qu'en aval du CNPE avec une activité supérieure au niveau de référence hors influence de rejet liquide (1 à 3 Bq.L⁻¹ d'après [1]).

Dans l'eau de boisson, le tritium libre détecté présente une activité volumique caractéristique d'un environnement non soumis à des rejets industriels (1 à 3 Bq.L⁻¹ d'après [1]).

6.3.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités en ¹⁴C dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 78 page 161.

Les activités en ¹⁴C mesurées dans les phanérogames immergées prélevés en amont et en aval présentent une activité du même ordre de grandeur que le bruit de fond attendu (entre 200 et 220 Bq.kg⁻¹ C d'après [1]). Les résultats de mesure du ¹⁴C dans les muscles de poissons présentent, en amont comme en aval, une activité supérieure à celle observée en milieu fluvial hors influence de rejets d'effluents radioactifs (entre 200 et 220 Bq.kg⁻¹ C d'après [1]). En outre, les activités mesurées en aval du site dans la chair de poisson sont supérieures aux activités mesurées en amont.

6.3.2.2.3 Nickel 63 et Fer 55

Les résultats d'analyse des activités en ⁶³Ni et ⁵⁵Fe dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le tableau 79 page 162 et le tableau 80 page 162.

L'activité en ⁶³Ni mesurée dans les mousses prélevées en amont du CNPE est inférieure au seuil de décision. Il en est de même pour le ⁵⁵Fe dans les mousses aquatiques prélevées en amont et aval du site. Pour les mousses aquatiques prélevées en aval du CNPE, l'activité en ⁶³Ni est proche du seuil de décision.

6.4 Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

En 2018, la radioactivité d'origine naturelle reste qualitativement et quantitativement équivalente à celle observée avant la mise en service industrielle du CNPE. Ses composantes sont le ⁴⁰K, les éléments des familles du ²³²Th et de l'²³⁸U, d'origine tellurique, ainsi que le ⁷Be d'origine cosmogénique. Ces résultats témoignent en outre de l'absence de biais dans la préparation et l'analyse des échantillons par spectrométrie gamma.

La radioactivité gamma d'origine artificielle du milieu terrestre et du milieu aquatique est exclusivement imputable au ^{137}Cs . La présence de ce radionucléide artificiel dans l'environnement est essentiellement liée aux retombées des essais nucléaires et de Tchernobyl.

Dans le domaine terrestre, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans les salades, le lierre et le lait de vache ne mettent pas en évidence de marquage lié aux rejets d'effluent à l'atmosphère. Les activités en ^{14}C dans le lait de vache et les salades sont proches du bruit de fond moyen sur le territoire français hors influence industrielle (proche de $230 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ en 2018 d'après [1]). Au vu des résultats obtenus dans le cadre du suivi radioécologique 2018, il apparaît que les rejets d'effluents à l'atmosphère ne donnent pas lieu à un marquage quantifiable de l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil. En 2017, le lierre prélevé sous les vents dominants, à proximité de l'installation (à Saint-Maurice-l'Exil à environ 1 km du site), présente un marquage en ^{14}C imputable aux rejets à l'atmosphère du site.

Dans le domaine aquatique, l'activité en ^{131}I mesurée dans les phanérogames immergées provient très probablement des services de médecine nucléaire, même si une contribution du CNPE à ce marquage ne peut être exclue. Les activités mesurées en tritium organiquement lié et en ^{14}C , notamment dans les poissons, en aval du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil témoignent du marquage du milieu aquatique par les rejets d'effluents liquides de ce CNPE. Les activités mesurées en amont du site, notamment dans les phanérogames, montrent que ce marquage s'ajoute à celui lié aux rejets d'effluents liquides des installations situées en amont.

6.5 Tableaux de résultats

Tableau 57 - Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de sols collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-
l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018 (Bq.kg⁻¹ sec)

Date	juillet 2008	mai 2009	avril 2010	avril 2011	avril 2012	mai 2013	avril et juin 2014	avril 2015	mai à août 2016	avril 2017	février 2018
Distance par rapport au site	5 km	6 km	6 km	5 km	5 km	5 à 6 km	5 à 6 km	6 km	5 à 21,5 km	5 km	5 km
Nature	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	63 (1/1)	21 (1/1)	19 (1/1)	40 (1/1)	37 (1/1)	9,2-37 (2/2)	8,6-34,9 (2/2)	30,2 (1/1)	7,2-34,1 (6/6)	27,4 (1/1)	27,4 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

Tableau 58 - Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de mousses collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018 (Bq.kg⁻¹ sec)

Date	mars 2008	mars 2009	mars 2010	mars 2011	mars 2012	mars 2013	février 2014	mars 2015	mars 2016	mars 2017	février 2018
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	2,4-2,6 (2/2)	8-11 (2/2)	7-8 (2/2)	5,7-6,5 (2/2)	3,2-4,9 (2/2)	4,7-89 (2/2)	5,1-112 (2/2)	2,2-3,5 (2/2)	2,8-4,3 (2/2)	2,7-4,2 (2/2)	5,1 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

**Tableau 59 - Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de lierre collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-
l'Exil lors des études radioécologiques de 2015 à 2018 (Bq.kg⁻¹ sec)**

Date	Jun 2015	jun 2016	Avril 2017	juin 2018
Distance par rapport au site	1,1 km	1,1 km-12 km	12km	12 km
³ H libre	2,7 (1/1)	1-2,2 (2/2)	2,8 (1/1)	2,2 (1/1)
³ H lié	n.a.	1,9-2,6 (2/2)	2,9 (1/1)	2,9 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	229,8-238,5 (2/2)	241-253 (4/4)	n.a.

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

Tableau 60 - Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de salades collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018

Date	Juillet 2008	Mai 2009	Juin 2010	Mai 2011	Juin 2012	Mai 2013	Juin 2014	Juin 2015	Août 2016	Juin 2017	Juillet 2018
Distance par rapport au site	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	-	-	-	0,31 (1/1)	-	0,43 (1/1)	0,72 (1/1)	0,93 (1/1)	0,25-0,29 (2/2)	-	0,62 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C)											
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,8 (1/1)	1,3 (1/1)	n.a.	1,6 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,6 (1/1)	2,2 (1/1)	1,4 (1/1)	2,5 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	234 (1/1)	238,4 (1/1)	232 (1/1)	230 (1/1)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision

Tableau 61 - Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de lait collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018

Date	juillet 2008	avril 2009	avril 2010	avril 2011	avril 2012	mai 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	avril 2017	février 2018
Distance par rapport au site	5 km	5 km	5 km	5 km	5 km	9,8 km	9,8 km	9,8 km	6,5 à 9,8 km	6,5 km	6,5 km
Nature	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.L⁻¹) :											
¹³⁴ Cs	-	-	-	0,016 (1/1)	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,088 (1/1)	0,079 (1/1)	0,07 (1/1)	0,091 (1/1)	0,061 (1/1)	0,021 (1/1)	0,022 (1/1)	0,040 (1/1)	0,015-0,027 (2/2)	0,0157 (1/1)	0,0183 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C) :											
³ H libre	1,4 (1/1)	1,9 (1/1)	0,8 (1/1)	2 (1/1)	1,8 (1/1)	1,1 (1/1)	1,2 (1/1)	1,0 (1/1)	1,2-2,0 (2/2)	1,3 (1/1)	0,9 (1/1)
³ H lié	n.a.	2,3 (1/1)	1,7 (1/1)	2,0 (1/1)	1,3 (1/1)	1,2 (1/1)	2,3 (1/1)	1,6 (1/1)	2,0 (1/2)	1,5 (1/1)	0,8 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	230 (1/1)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision

Tableau 62 - Activités en radionucléides émetteur β des échantillons d'eau de boisson et d'irrigation collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018 (Bq.L⁻¹)

Date	septembre 2008	septembre 2009	juillet 2010	juin 2011	juin 2012	mai 2013	juin 2014	juin 2015	septembre 2016	juin 2017	juin 2018
Distance par rapport au site	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	5 km	5 km
Nature	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹):											
³ H libre	-	1,4 (1/1)	1,6 (1/1)	1,3 (1/1)	1,5 (1/1)	1 (1/1)	1,2 (1/1)	1,1 (1/1)	1,6 (1/1)	1,6 (1/1)	1,6 (1/2)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision

Tableau 63 - Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de sédiments collectés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018 (Bq.kg⁻¹ sec)

Date	mars 2008		mars 2009		mars 2010		mars 2011		mars 2012		mars 2013		février 2014		mars 2015		mars 2016		mars 2017		février 2018	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle :																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	8,1 (1/1)	12 (2/2)	12 (1/1)	12-14 (2/2)	12 (1/1)	12 (2/2)	9,9 (1/1)	10,4-12,3 (2/2)	9,2 (1/1)	8,5-10,4 (2/2)	9,4 (1/1)	8,5-9,9 (2/2)	9,4 (1/1)	11,9-12 (2/2)	9,8 (1/1)	11,4-11,5 (2/2)	7,7 (1/1)	8,6-9,8 (2/2)	9,5 (1/1)	8,2-10,8 (2/2)	26,9 (1/1)	6,9-8,9 (2/2)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	0,3 (1/2)	-	0,3 (1/2)	-	-	-	0,32 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 (1/2)	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	0,4 (1/1)	-	-	0,6 (1/2)	0,7 (1/1)	0,6-0,8 (2/2)	-	-	-	0,26 (1/2)	-	0,41 (1/2)	-	-	-	0,27 (1/2)	0,33 (1/1)	0,41-0,46 (2/2)	-	0,2 (1/2)	-	-

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision

Tableau 64 - Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de mousses collectés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018

Date	Avril 2008		Mai 2009		Juillet 2010		Juin 2011		Septembre 2012		Septembre 2013		Août 2014		Septembre 2015		Octobre 2016		Septembre 2017		Juin à septembre 2018	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	0,3 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	4,8 (1/1)	3,3 (1/1)	3,6 (1/1)	3,1-4,3 (2/2)	2,7 (1/1)	2,1-2,8 (2/2)	5,8 (1/1)	2,4-5,5 (2/2)	7,4 (1/1)	3-6,1 (2/2)	5,5 (1/1)	1,77-3,8 (2/2)	4,3 (1/1)	2,6-4,6 (2/2)	6,3 (1/1)	2,17-4,3 (2/2)	1,6 (1/1)	3 (1/1)	3,6 (1/1)	1,57 (1/1)	n.a.	n.a.
⁵⁸ Co	-	-	0,5 (1/1)	0,5 (1/2)	-	0,5-1 (2/2)	-	0,72-0,76 (2/2)	-	-	-	0,63 (1/2)	0,59 (1/1)	0,53-1,23 (2/2)	-	0,64-1,3 (2/2)	-	0,69 (1/1)	-	0,33 (1/1)	n.a.	n.a.
⁶⁰ Co	-	-	0,5 (1/1)	0,7 (1/2)	-	0,4-0,6 (2/2)	-	0,46 (1/2)	-	0,31-0,79 (2/2)	-	0,31 (1/2)	0,62 (1/1)	0,42-0,69 (2/2)	-	0,37-0,86 (2/2)	-	0,39 (1/1)	1,4 (1/1)	0,29 (1/1)	n.a.	n.a.
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.
^{110m} Ag	-	-	0,9 (1/1)	0,27-0,5 (2/2)	-	-	1,7 (1/1)	0,56-0,79 (2/2)	-	-	-	-	-	0,38 (1/2)	0,9 (1/1)	0,35-0,41 (2/2)	-	-	-	-	n.a.	n.a.
¹³¹ I(1)	18 (1/1)	14 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	9 (1/1)	12,7 (1/1)	29 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ⁶³Ni en Bq.kg⁻¹ sec, Ni en g.kg⁻¹ sec et ⁵⁵Fe en Bq.kg⁻¹ sec)																						
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,2 (1/1)	5,5 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,8 (1/1)	12,3 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁶³ Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	0,15 (1/1)
Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0181 (1/1)	0,0181 (1/1)
⁵⁵ Fe	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision. (1) Du fait de sa courte période physique, l'¹³¹I n'est mesuré que dans certains échantillons.

Tableau 65 - Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de végétaux (phanérogames immergées et semi-aquatiques, toutes fractions confondues) collectés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018

Date	septembre 2008		septembre 2009		juillet 2010		juin et août 2011		septembre 2012		septembre 2013		août 2014		septembre 2015		août 2016		septembre 2017		juin et septembre 2018	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq.kg-1 sec):																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,9 (1/1)	1,1-1,5 (3/3)	1,6 (1/1)	1,3-6 (3/3)	0,4 (1/1)	0,9-1 (2/2)	0,65 (1/1)	0,82-1,17 (2/2)	0,86 (1/1)	1,31-1,45 (2/2)	1,05 (1/1)	0,86-0,9 (2/2)	1,37 (1/1)	1,31-3,2 (2/2)	0,83 (1/1)	1,06-2,80 (2/2)	0,84 (1/1)	0,55-1,43 (2/2)	3,05-3,4 (2/2)	1,25-1,75 (3/3)	1,48 (1/2)	0,77-0,85 (2/3)
⁵⁸ Co	-	0,5-0,7 (3/3)	-	-	-	-	-	0,67 (1/2)	-	-	-	-	-	0,58 (1/2)	-	1,3 (1/2)	0,34 (1/1)	0,44 (1/2)	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37 (1/1)	0,30-0,69 (2/2)	-	0,27 (1/2)	-	0,31 (1/2)	-	0,51 (1/2)	-	-	0,19 (1/2)	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	1,1 (1/3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21 (1/1)	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	10 (1/1)	12 (1/1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63 (1/2)	-	-	0,26 (1/2)	0,26 (1/3)	-	-
¹³¹ I (1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	26 (1/1)	33 (2/2)	13 (1/1)	9,1 (1/1)	55 (1/1)	69 (1/1)	5 (1/1)	24,9 (1/1)	2,2 (1/1)	3,4 (1/1)	12,8 (1/1)	18,1 (1/1)	14,8 (1/1)	5,9-12 (2/2)	7,7 (1/1)	8,9 (1/1)	7,9 (1/1)	14 (1/1)
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion) :																						
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	12,4 (1/1)	9,8 (1/1)	3,9 (1/1)	20,9-51,5 (2/2)	8,8 (1/1)	21,1 (1/1)	5,3 (1/1)	1,3 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,7 (1/1)	13,7-31,0 (2/2)	n.a.	n.a.	4,8 (1/1)	12,1 (1/1)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision. (1) Du fait de sa courte période physique, l'¹³¹I n'est mesuré que dans certains échantillons.

Tableau 66 - Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de poissons (muscles) collectés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2008 à 2018

Date	avril 2008		avril et juin 2009		avril 2010		avril 2011		juillet 2012		avril 2013		avril 2014		avril 2015		mai 2016		avril et mai 2017		avril 2018	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ frais) :																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,03 (1/1)	-	0,07 (1/1)	0,07 (1/1)	0,066 (1/1)	0,09 (1/1)	0,062 (1/1)	0,057 (1/1)	0,084 (1/1)	0,077 (1/1)	0,022 (1/1)	0,037 (1/1)	0,046 (1/1)	0,046 (1/1)	0,044 (1/1)	0,039 (1/1)	0,051 (1/1)	0,047 (1/1)	0,047 (1/1)	0,053 (1/1)	0,044 (1/1)	0,051 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C) :																						
³ H libre	0,8 (1/2)	1,6 (1/2)	1,2 (1/1)	4,3 (1/1)	1,9 (1/1)	1,7 (1/1)	3,0 (1/1)	5,7 (1/1)	-	3,3 (1/1)	1,3 (1/1)	1 (1/1)	0,7 (1/1)	1 (1/1)	3,4 (1/1)	4,5 (1/1)	3,3 (1/1)	1,3 (1/1)	2,2 (1/1)	1,7 (1/1)	-	-
³ H lié	n.a.	n.a.	5,48 (1/1)	4,88 (1/1)	4,5 (1/1)	5,61 (1/1)	5,54 (1/1)	5,4 (1/1)	5,0 (1/1)	5,8 (1/1)	6 (1/1)	10,8 (1/1)	5,2 (1/1)	5,4 (1/1)	4,7 (1/1)	10,2 (1/1)	5,1 (1/1)	6,5 (1/1)	5,5 (1/1)	6 (1/1)	3,5 (1/1)	7,6 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	261,5 (1/1)	259,8 (1/1)	244,8 (1/1)	270,3 (1/1)	282,5 (1/1)	266,2 (1/1)	278,2 (1/1)	275,0 (1/1)	315,5 (1/1)	407,5 (1/1)	264,8 (1/1)	298,6 (1/1)	261 (1/1)	428 (1/1)	256 (1/1)	398 (1/1)	278 (1/1)	405 (1/1)	244 (1/1)	515 (1/1)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

Tableau 67 - Teneur en matière organique et granulométrie des échantillons de sols collectés dans la région du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/Sec	Fractions	%
Hameau de Velay (Saint-Pierre-de-Boeuf)	21/02/2018	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/05/2018	sec	1,33	Matière organique	6,80
								Argiles (<2µm)	16,10
								Limons Fins	13,50
								Limons Grossiers	10,00
								Sables Fins	13,00
Sables Grossiers	47,30								

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu terrestre :

Prélèvements hors vents dominants de l'installation
Prélèvements sous les vents dominants de l'installation

Tableau 68 - Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018 ($Bq.kg^{-1} sec$ pour les sols et les végétaux, $Bq.L^{-1}$ pour le lait).

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/Sec	^{40}K	Famille du ^{232}Th	Famille de ^{238}U			7Be	Unité
									^{228}Ac	^{234}Th	^{234m}Pa	^{210}Pb		
Hameau de Velay (Saint-Pierre-de-Boeuf)	21/02/2018	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	21/03/2018	sec	1,33	830±70	66±8	n.a.	40±13	n.a.	2,3±1,1	$Bq.kg^{-1} sec$
Limony	04/07/2018	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	13/09/2018	cendres	19,79	2000±190	≤ 0,8	≤ 1,5	≤ 27	2,0±0,9	16,5±2,3	$Bq.kg^{-1} sec$
Saint-Maurice-l'Exil	12/06/2018	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	13/09/2018	cendres	4,08	570±60	3,8±0,5	≤ 0,7	≤ 8	39,4±3,7	325±29	$Bq.kg^{-1} sec$
Fontalioux (Limony)	21/02/2018	Mousses terricoles	Mousse <i>Scleropodium purum</i>	Entier	28/02/2018	frais	6,44	341±35	7,6±2,0	n.a.	≤ 50	n.a.	478±40	$Bq.kg^{-1} sec$
Pelussin	21/02/2018	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	28/03/2018	cendres	7,61	48,6±4,7	≤ 0,020	≤ 0,036	≤ 0,7	≤ 0,038	≤ 0,038	$Bq.L^{-1}$

Tableau 69 - Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018 ($Bq \cdot kg^{-1} \cdot sec$ pour les sols et les végétaux, $Bq \cdot L^{-1}$ pour le lait).

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{134}Cs	^{137}Cs	^{58}Co	^{60}Co	^{110m}Ag	^{54}Mn	$^{131}I^*$	Unité
Hameau de Velay (Saint-Pierre-de-Boeuf)	21/02/2018	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Diamètre inférieur 2 mm	sec	1,33	21/03/2018	$\leq 0,19$	$27,4 \pm 2,1$	$\leq 0,22$	$\leq 0,21$	$\leq 0,23$	$\leq 0,24$	n.a.	$Bq \cdot kg^{-1} \cdot sec$
Limony	04/07/2018	Legumes	Salade Laitue Batavia	Feuilles	cenbre:	19,79	13/09/2018	$\leq 0,16$	$0,62 \pm 0,12$	$\leq 0,36$	$\leq 0,26$	$\leq 0,23$	$\leq 0,20$	n.a.	$Bq \cdot kg^{-1} \cdot sec$
Saint-Maurice-l'Exi	12/06/2018	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	cenbre:	4,08	13/09/2018	$\leq 0,06$	$0,38 \pm 0,05$	$\leq 0,15$	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	$\leq 0,07$	n.a.	$Bq \cdot kg^{-1} \cdot sec$
Fontalioux (Limony)	21/02/2018	Mousses terricoles	Mousse <i>Scleropodium purum</i>	Entier	frais	6,44	28/02/2018	$\leq 0,44$	$5,1 \pm 0,7$	$\leq 0,49$	$\leq 0,6$	$\leq 0,45$	$\leq 0,46$	$\leq 0,7$	$Bq \cdot kg^{-1} \cdot sec$
Pelussin	21/02/2018	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	cenbre:	7,61	28/03/2018	$\leq 0,0039$	$0,0183 \pm 0,0031$	$\leq 0,006$	$\leq 0,007$	$\leq 0,005$	$\leq 0,0048$	n.a.	$Bq \cdot L^{-1}$

n.a : non analysé.

* Du fait de sa courte période radioactive, l' ^{131}I a été analysé sur des échantillons frais.

Tableau 70 - Activités en tritium libre (HTO) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité ³ H libre
Limony	04/07/2018	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	16,27	25/07/2018	1,6±0,6	1,5±0,5	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-Maurice-l'Exil	12/06/2018	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	3,94	25/07/2018	2,2±0,6	1,63±0,43	Bq.kg ⁻¹ frais
Pelussin	21/02/2018	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	-	11/03/2018	0,9±0,6	0,8±0,6	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 71 - Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité TOL
Limony	04/07/2018	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	16,27	13/09/2018	2,5±1,0	0,090±0,037	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-Maurice-l'Exil	12/06/2018	Vegetaux spontanés divers	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	3,94	13/09/2018	2,9±0,6	0,46±0,10	Bq.kg ⁻¹ frais
Pelussin	21/02/2018	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	7,69	12/07/2018	0,8±0,6	0,08±0,06	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 72 - Activités en ^{14}C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ^{14}C	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ de C)	$\delta^{12/13}\text{C}$ (‰)	pMC (%)	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (g.kg ⁻¹ sec ou frais ou g.L ⁻¹)	Unité
Limony	04/07/2018	Legumes	Salade Laitue Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	16,27	28/04/2019	230±11	-28,52	102,5±4,9	5,47±0,26	24	Frais
Pelussin	21/02/2018	Produits alimentaires liquides non transformés	Lait de vache	Entier	7,69	28/01/2019	230±11	-26,83	102,1±4,9	15,4±0,7	67	Liquide

Tableau 73 - Teneur en matière organique et granulométrie des échantillons de sédiments collectés dans le Rhône en amont et en aval de l'émissaire de rejets d'effluents liquides du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/Sec	Fractions	%
Vaugris	20/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	15/05/2018	sec	2,10	Matière organique	4,30
								Argiles (<2µm)	17,50
								Limons Fins	50,80
								Limons Grossiers	25,10
								Sables Fins	6,60
Sables Grossiers	-								
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	15/05/2018	sec	2,41	Matière organique	4,50
								Argiles (<2µm)	23,00
								Limons Fins	33,50
								Limons Grossiers	22,10
								Sables Fins	17,70
Sables Grossiers	3,60								
Barrage des Sablons	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	15/05/2018	sec	2,34	Matière organique	4,50
								Argiles (<2µm)	21,00
								Limons Fins	31,30
								Limons Grossiers	26,80
								Sables Fins	20,90
Sables Grossiers	-								

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu aquatique :

Prélèvements en amont du dispositif de rejet des effluents liquides
Prélèvements en aval du dispositif de rejet des effluents liquides

Tableau 74 - Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018 ($Bq.kg^{-1} sec$ pour les sédiments et les végétaux, $Bq.kg^{-1} frais$ pour les poissons).

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{40}K	Famille du ^{232}Th		Famille de l' ^{238}U			7Be	Unité
									^{228}Ac	^{234}Th	^{234m}Pa	^{210}Pb			
Vaugris	20/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	sec	2,10	21/03/2018	490±44	45±5	n.a.	49±13	n.a.	10,8±1,7	$Bq.kg^{-1} sec$	
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	sec	2,41	21/03/2018	459±40	46±6	n.a.	41±16	n.a.	44,4±4,0	$Bq.kg^{-1} sec$	
Barrage des Sablons	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	sec	2,34	21/03/2018	449±39	43±5	n.a.	32±13	n.a.	67±6	$Bq.kg^{-1} sec$	
Pont de Chavanay	11/06/2018	Phanerogames immergées	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aériennes	frais	1,00	22/06/2018	570±70	≤ 7	n.a.	≤ 300	n.a.	53±11	$Bq.kg^{-1} sec$	
Pont de Chavanay	10/09/2018	Phanerogames immergées	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aériennes	cendres	13,91	05/11/2018	650±60	12,6±1,8	18,0±2,0	≤ 18	30,2±3,1	78±8	$Bq.kg^{-1} sec$	
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	12/06/2018	Phanerogames immergées	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aériennes	frais	1,00	21/06/2018	610±60	5,5±2,2	n.a.	≤ 120	n.a.	84±11	$Bq.kg^{-1} sec$	
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	10/09/2018	Phanerogames immergées	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aériennes	cendres	12,77	05/11/2018	630±60	20,0±2,6	13,2±1,6	≤ 19	19,6±2,2	60±6	$Bq.kg^{-1} sec$	
Aval usine-ecluse de Sablons	10/09/2018	Phanerogames immergées	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aériennes	cendres	13,65	06/11/2018	650±60	9,8±1,4	14,0±1,7	≤ 24	21,4±2,3	71±7	$Bq.kg^{-1} sec$	
Les Roches-de-Condrieux	18/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	cendres	4,86	27/07/2018	99±10	≤ 0,041	≤ 0,08	≤ 1,4	≤ 0,08	≤ 0,18	$Bq.kg^{-1} frais$	
Canal de fuite de Sablons	19/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	cendres	4,51	30/07/2018	116±11	≤ 0,036	≤ 0,08	≤ 1,2	≤ 0,09	≤ 0,17	$Bq.kg^{-1} frais$	

Tableau 75 - Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018 (Bq.kg⁻¹ sec pour les sédiments et les végétaux, Bq.kg⁻¹ frais pour les poissons).

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	Unité
Vaugris	20/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur : 2 mm	sec	2,10	21/03/2018	≤ 0,17	26,9±2,2	≤ 0,20	≤ 0,19	≤ 0,22	≤ 0,22	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur : 2 mm	sec	2,41	21/03/2018	≤ 0,18	8,9±0,7	≤ 0,23	≤ 0,22	≤ 0,24	≤ 0,25	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Barrage des Sablons	21/02/2018	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur : 2 mm	sec	2,34	21/03/2018	≤ 0,17	6,9±0,6	≤ 0,22	≤ 0,21	≤ 0,24	≤ 0,24	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Pont de Chavanay	11/06/2018	Phanérogame: immergées	Myriophylle en épi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aérienne:	frais	1,00	22/06/2018	≤ 1,3	≤ 1,6	≤ 1,4	≤ 1,4	≤ 1,6	≤ 1,5	7,9±2,2	Bq.kg ⁻¹ sec
Pont de Chavanay	10/09/2018	Phanérogame: immergées	Myriophylle en épi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aérienne:	cen:	13,91	05/11/2018	≤ 0,12	1,48±0,19	≤ 0,22	≤ 0,17	≤ 0,19	≤ 0,16	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	12/06/2018	Phanérogame: immergées	Myriophylle en épi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aérienne:	frais	1,00	21/06/2018	≤ 0,7	≤ 0,9	≤ 0,9	≤ 1,2	≤ 1,0	≤ 0,7	14,0±2,0	Bq.kg ⁻¹ sec
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	10/09/2018	Phanérogame: immergées	Myriophylle en épi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aérienne:	cen:	12,77	05/11/2018	≤ 0,13	0,77±0,12	≤ 0,23	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,17	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Aval usine-ecluse de Sablons	10/09/2018	Phanérogame: immergées	Myriophylle en épi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aérienne:	cen:	13,65	06/11/2018	≤ 0,15	0,85±0,15	≤ 0,28	≤ 0,23	≤ 0,23	≤ 0,18	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Les Roches-de-Condrieux	18/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	cen:	4,86	27/07/2018	≤ 0,009	0,044±0,007	≤ 0,025	≤ 0,013	≤ 0,014	≤ 0,011	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais
Canal de fuite de Sablons	19/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	cen:	4,51	30/07/2018	≤ 0,008	0,051±0,007	≤ 0,022	≤ 0,012	≤ 0,014	≤ 0,011	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 76 - Activités en tritium libre (HTO) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-
l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité ³ H libre
Pont de Chavanay	11/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aeriennes	11,32	25/07/2018	5,3±0,7	4,8±0,6	Bq.kg ⁻¹ frais
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	12/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Parties aeriennes	10,54	03/07/2018	1,3±0,6	1,2±0,5	Bq.kg ⁻¹ frais
Les Roches-de-Condrieux	18/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,97	21/05/2018	≤ 0,6	≤ 0,44	Bq.kg ⁻¹ frais
Canal de fuite de Sablons	19/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,65	21/05/2018	≤ 0,6	≤ 0,43	Bq.kg ⁻¹ frais
Le Peage-de-Roussillon	12/06/2018	Eau douce	Eau de boisson	Filtrat a 0,20 µm	-	14/07/2018	1,6±0,6	1,6±0,6	Bq.L ⁻¹ d'ECH.
Limony	04/07/2018	Eau douce	Eau d'irrigation	Filtrat a 0,20 µm	-	29/07/2018	≤ 0,5	≤ 0,5	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 77 - Activités en tritium lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité TOL
Pont de Chavanay	11/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11,32	06/09/2018	4,8±1,0	0,169±0,037	Bq.kg ⁻¹ frais
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	12/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	10,54	06/09/2018	12,1±1,1	0,50±0,05	Bq.kg ⁻¹ frais
Les Roches-de-Condrieux	18/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,97	02/07/2018	3,5±0,7	0,47±0,10	Bq.kg ⁻¹ frais
Canal de fuite de Sablons	19/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,65	02/07/2018	7,6±0,9	1,05±0,14	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 78 - Activités en ¹⁴C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ^{12/13} C (‰)	pMC (%)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (g.kg ⁻¹ sec ou frais ou g.L ⁻¹)	Unité
Pont de Chavanay	11/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	11,32	07/12/2018	216,2±1,3	-22,56	95,2±0,6	6,003±0,036	28	Frais
Amont Barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf	12/06/2018	Phanerogames immergees	Myriophylle en epi <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aeriennes	10,54	07/12/2018	222,3±1,3	-22,84	97,9±0,6	6,697±0,039	30	Frais
Les Roches-de-Condrieux	18/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,97	03/12/2018	244±12	-26,35	108±5	23,9±1,2	98	Frais
Canal de fuite de Sablons	19/04/2018	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,65	03/12/2018	515±25	-26,44	229±11	52,9±2,6	100	Frais

Tableau 79 - Activités en ^{63}Ni mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Qualité	Date de mesure ^{63}Ni	^{63}Ni (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Ni (g.kg ⁻¹ sec ou frais ou g.L ⁻¹)	Unité
Vienne amont (Chasse-sur-Rhone)	11/06/2018	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	4,34	cendres	28/09/2018	≤ 0,10	0,0181±0,0020	Sec
Plan d'eau de la Lone	04/07/2018	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	7,01	cendres	11/09/2018	0,15±0,06	0,0181±0,0020	Sec

Tableau 80 - Activités en ^{55}Fe mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2018.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{55}Fe	Unité
Barrage de Pierre-Benite	10/09/2018	Mousses aquatiques	Mousse	Parties aeriennes	cendres	5,60	02/02/2019	≤ 5	Bq.kg ⁻¹ sec
Plan d'eau de la Lone	04/07/2018	Mousses aquatiques	Mousse <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aeriennes	cendres	7,01	21/10/2018	≤ 6	Bq.kg ⁻¹ sec