



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

Saint-Alban

2023

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

SOMMAIRE

<i>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité</i>	4
<i>de Saint-Alban en 2023</i>	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Saint-Alban	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint-Alban	4
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	5
<i>Partie II - Prélèvements d'eau</i>	7
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	9
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	9
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	10
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	10
<i>Partie III – Restitution et consommation d'eau</i>	12
I. Restitution d'eau	12
II. Consommation d'eau	13
<i>Partie IV - Rejets d'effluents</i>	14
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	15
II. Rejets d'effluents liquides	24
III. Rejets thermiques	38
<i>Partie V - Surveillance de l'environnement</i>	41
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	41
II. Physico-chimie des eaux souterraines	48

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface _____	49
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie _____	52
V. Acoustique environnementale _____	57
<i>Partie VI - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation</i> _____	<i>59</i>
<i>Partie VII - Gestion des déchets</i> _____	<i>63</i>
I. Les déchets radioactifs _____	63
II. Les déchets non radioactifs _____	68
<i>ABREVIATIONS</i> _____	<i>71</i>
<i>ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Saint-Alban Année 2022</i> _____	<i>72</i>

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Saint-Alban en 2023

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 2023 du CNPE de Saint-Alban en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Saint-Alban

La centrale de Saint-Alban Saint-Maurice emploie 801 salariés d'EDF et 375 salariés d'entreprise extérieures (chiffres à fin 2023). 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 ;

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 2023, 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 2023.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE5 (*)	22/07/22	Lors de l'ouverture du clapet 2ARE061VL sur la toiture du BL, déversement partiel d'effluents sans atteinte du milieu naturel	<ul style="list-style-type: none">• Modifier l'ADR de l'activité de dépose des battants des clapets ARE 061 à 64 VL pour y mentionner explicitement l'impact potentiel environnement / RP du fluide ARE.• Modifier le DSI de l'activité de dépose des battants des clapets ARE 061 à 64 VL pour y intégrer la vidange des effluents résiduels.
ESE6	25/07/23	Cumul annuel des émissions de fluide frigorigène supérieur à 100 kg sur le CNPE de SAINT ALBAN sur l'année 2023	<ul style="list-style-type: none">• Procéder à la réparation de la brasure de raccordement entre la lyre et la tuyauterie HP du module 2 du 2DEL002GF. Ainsi que la réparation du détendeur 2DEL138VQ.

(*) EIE3 et ASE redéclaré en ESE à la suite d'un arbitrage à froid en avril 2023.

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Durant l'année 2023, le CNPE de Saint-Alban n'a pas eu d'incident de fonctionnement.

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 dont l'alimentation des circuits de lutte contre les incendies (usage industriel),
- Alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

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.

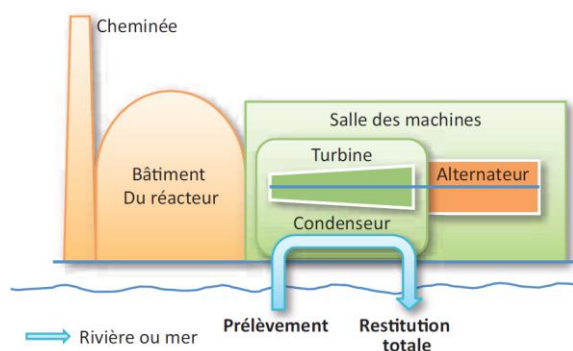


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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.

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement.

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 en permanence adaptés aux effectifs de salariés permanents et temporaires, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliés aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles ils sont implantées.

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	350
Février	310
Mars	273
Avril	259
Mai	213
Juin	191
Juillet	218
Août	282
Septembre	336
Octobre	351
Novembre	339
Décembre	350
TOTAL	3 472

II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en milliers de m ³)
Janvier	1 963
Février	1 474
Mars	1 085
Avril	1 117
Mai	1 064
Juin	979
Juillet	1 286
Août	1 347
Septembre	1 103
Octobre	1 311
Novembre	1 249
Décembre	1 314
TOTAL	15 279

III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2023 est de 25 565 m³ (les données disponibles sont des relevés annuels).

IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2023

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2021 à 2023 avec la valeur du prévisionnel 2023.

Année	Milieu	Volume (millions de m ³)
2021	Rhône	3 818
2022		3 508
2023		3 391
Prévisionnel 2023		4 000
		Volume (m ³)
2021	Nappe phréatique	737
2022		1 753
2023		1 598
Prévisionnel 2023		(*)

(*) Il n'existe pas de prévisionnel concernant cette donnée

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé, dans le Rhône, est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches.

2. Comparaison aux valeurs limites

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

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Rhône	Débit instantané	140	131	130,7	m ³ / s
	Volume journalier	12 000 000	11 180 080	9 361 661	m ³
	Volume annuel	4 400 000 000	3 391 145 484		m ³
Nappe phréatique	Débit instantané	75	60	34,2	m ³ / s
	Volume journalier	600	372	133,1	m ³
	Volume annuel	3 000	1 598		m ³

*Correspond au volume annuel prélevé

Commentaires : Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

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

L'année 2023 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 prélèvements

Le CNPE de Saint-Alban n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le Rhône en 2023.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2023 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	Unités
Restitution mensuelle	Janvier	350 766 480	2 845	9 429	m ³
	Février	310 289 901	2 144	15 422	
	Mars	273 702 211	2 134	8 417	
	Avril	259 896 695	2 112	9 838	
	Mai	213 296 343	2 111	11 132	
	Juin	191 474 378	2 845	12 124	
	Juillet	218 890 502	2 873	11 960	
	Août	282 335 798	2 116	23 897	
	Septembre	336 533 793	1 440	18 249	
	Octobre	351 124 466	2 114	11 609	
	Novembre	339 658 593	2 159	9 646	
	Décembre	350 033 738	715	17 980	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	3 478			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	99,5			%

II. Consommation d'eau

1. Cumul mensuel

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée au milieu aquatique. Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2023.

	Consommation d'eau (en m3)
Janvier	1 950 726
Février	1 456 436
Mars	1 074 449
Avril	1 105 050
Mai	1 050 757
Juin	964 031
Juillet	1 271 167
Août	1 320 987
Septembre	1 083 311
Octobre	1 297 277
Novembre	1 237 195
Décembre	1 295 305
TOTAL	15 106 689

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 :
 - Tritium,
 - Carbone 14,
 - Iode,
 - Autres produits de fission ou d'activation,
 - Gaz rares.
- Les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
 - Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
 - 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,

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.* »

- 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
	$^{131\text{m}}\text{Xe}$
	^{133}Xe
	^{135}Xe
Tritium	^3H
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.

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	2,542	-	-	28,73	19,38	2,211E-04	1,254E-03	8,451E-05	1,120E-04	1,006E-04	8,611E-05
Février	11,29	2,464	1,902E-03	31,41	22,20	2,297E-04	1,271E-03	1,172E-04	1,116E-04	9,089E-05	8,763E-05
Mars	1,382	5,422E-01	1,184E-03	34,23	24,11	7,735E-03	1,382E-03	1,282E-04	1,076E-04	1,019E-04	9,299E-05
Avril	0,9513	1,256E-01	64,37	33,29	23,39	7,107E-04	1,345E-03	7,970E-05	9,293E-05	8,516E-05	8,937E-05
Mai	1,676	-	-	33,05	23,36	2,536E-04	1,287E-03	8,705E-05	1,013E-04	9,729E-05	8,157E-05
Juin	1,952	4,487E-01	85,73	30,82	21,97	2,551E-04	1,321E-03	7,857E-05	1,163E-04	8,596E-05	7,425E-05
Juillet	1,766	2,233E-02	1,426E-03	33,95	24,81	2,414E-04	1,337E-03	7,798E-05	7,946E-05	8,769E-05	7,869E-05
Août	2,891	3,740E-03	2,696E-04	32,58	23,61	2,369E-04	1,177E-03	8,617E-05	8,957E-05	8,998E-05	7,746E-05
Septembre	2,129	1,428E-03	1,293E-04	32,45	23,70	2,651E-04	1,539E-03	8,172E-05	9,565E-05	8,452E-05	7,415E-05
Octobre	4,006	3,720E-03	122,5	29,31	21,29	5,614E-04	1,281E-03	8,005E-05	9,655E-05	8,601E-05	8,349E-05
Novembre	3,726	-	9,877E-03	32,78	22,9	4,945E-04	1,259E-03	1,036E-04	1,301E-04	1,128E-04	1,005E-04
Décembre	3,503	2,971E-02	1,111E-03	34,99	25,01	1,332E-03	1,229E-03	8,011E-05	8,919E-05	8,410E-04	8,211E-05
TOTAL ANNUUEL	37,8	3,64	273	388	276	5,57E-03	1,57E-02	1,08E-03	1,22E-03	1,11E-03	1,01E-03

	Volumes rejetés (km ³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	0,403	50,7	41	189	1,50E-03	3,8E-04
Février	0,387	67,37	35,40		1,501E-03	4,074E-04
Mars	0,453	60,27	58,84		2,156E-03	4,307E-04
Avril	0,449	122,1	79,43	68,92	2,056E-03	3,472E-04
Mai	0,436	58,09	83,82		1,54E-03	3,672E-04
Juin	0,396	140,9	87,42		1,577E-03	3,551E-04
Juillet	0,427	60,55	104,5	54,94	1,578E-03	3,238E-04
Août	0,412	59,09	68,67		1,414E-03	3,432E-04
Septembre	0,414	58,29	73,67		1,804E-03	3,360E-04
Octobre	0,384	177,1	62,07	16,61	1,842E-03	3,461E-04
Novembre	0,416	59,41	39,93		1,753E-03	4,470E-04
Décembre	0,434	63,53	43,02		2,561E-03	3,355E-04
TOTAL ANNUUEL	5,01	977	778	329	2,13E-02	4,42E-03

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à celle naturellement présente dans l'air ambiant.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023 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
2021	1 750	878	375	0.0370	0.00535
2022	795	784	494	0.0533	0.00725
2023	977	778	329	0.0213	0.00442
Prévisionnel 2023	1 000	1 600	650	0.0500	0.008

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 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	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	25 000	977	S.O.
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	50	0,191	0,089
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	50	0,249	0,0755
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1 400	189	S.O.
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4 500	977	S.O.
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	5	0,0308	0,0119
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	5	0,0197	0,0129
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	0,0213	S.O.
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	500	0,668	0,328
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	500	1,91	0,354
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,00442	S.O.
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	500	0,165	0,0771
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	500	0,129	0,0666

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2014-DC-0470. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2014-DC-0470 tout au long de l'année 2023.

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

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.

	Volume (m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides
		Tritium (MBq)	Tritium (MBq)
Janvier	9,36E+03	0,07235	35,15
Février	1,48E+04	1400	48,6
Mars	7,08E+03	0,0359	64,5
Avril	9,64E+03	0,0667	40,2
Mai	8,92E+03	0,0407	49,1
Juin	1,31E+04	0,0278	70,0
Juillet	1,21E+04	0,0248	57,4
Août	3,63E+04	13100	39,5
Septembre	2,01E+04	1630	26,6
Octobre	7,84E+03	0,0304	38,6
Novembre	7,00E+03	0,0322	70,5
Décembre	1,15E+04	0,0374	26,9
TOTAL ANNUEL	1,58E+05	1,61E+04	5,67E+02

3. Evaluation des 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, NOX) 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 frigorigène. 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 et d'azote

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels), de la turbine à combustion (TAC) et des diesels d'ultime secours (DUS), au total sur les 2 tranches pour 2023 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	2	1	3

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2023, 60 m³ 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	0,00992	0,000224
		Monoxyde de carbone	0,00926	0,000209

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	21,7
Ethanolamine		36,5

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 2023.

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	333,25	496,36
Hexafluorure de soufre (SF6)	20,73	552,396
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO ₂		1018,76

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO₂ provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2023, les émissions liées à cette activité représentent 553 tonnes équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigène et SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente $98,8 \cdot 10^{-3} \text{ gCO}_2 / \text{ kWh}$ électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 15,9 TWh sur l'année 2023.

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

L'année 2023 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 2023.

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, chimiques, 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.

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

b. 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).

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.* »

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

c. Cumul mensuel

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

	¹³¹ I (MBq)	⁵⁴ Mn (MBq)	⁶³ Ni (MBq)	⁵⁸ Co (MBq)	⁶⁰ Co (MBq)	^{110m} Ag (MBq)	^{123m} Te (MBq)	¹²⁴ Sb (MBq)	¹²⁵ Sb (MBq)	¹³⁴ Cs (MBq)	¹³⁷ Cs (MBq)
Janvier	2,004	1,868	5,690	13,14	4,205	20,26	2,182	2,197	5,678	2,185	3,067
Février	1,560	1,38	2,788	10,33	5,221	16,26	1,318	1,721	4,600	1,657	2,572
Mars	1,390	1,305	3,628	2,755	2,442	1,504	1,082	1,374	4,057	1,411	1,490
Avril	1,595	1,381	2,534	1,920	5,612	16,60	1,242	1,517	4,516	1,479	2,318
Mai	1,388	1,372	2,449	2,279	2,837	3,989	1,079	1,367	3,871	1,407	1,666
Juin	2,067	1,819	6,544	4,554	5,632	3,118	1,837	1,888	5,707	1,945	2,247
Juillet	1,970	2,189	5,459	12,62	18,73	8,364	2,220	2,152	5,258	2,144	2,775
Août	1,409	1,268	3,808	1,579	2,714	1,449	1,249	1,433	3,867	1,345	1,522
Septembre	0,949	1,573	7,344	9,393	8,838	1,134	0,735	1,135	2,745	1,091	1,055
Octobre	1,488	1,478	6,976	22,69	8,340	5,264	1,190	1,501	4,256	1,467	1,862
Novembre	1,886	2,681	10,36	26,65	65,36	10,94	1,445	2,037	5,245	2,066	2,572
Décembre	0,600	0,631	3,575	5,374	9,517	2,501	0,4612	0,6996	1,521	0,623	0,8065
TOTAL ANNUUEL	18,3	19,0	61,2	113,0	139,0	91,4	16,0	19,0	51,3	18,8	24,0

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	9 370	2 857	5,44	0,0020	0,055
Février	12 000	4 060	2,89	0,0016	0,045
Mars	7 090	5 514	3,38	0,0014	0,017
Avril	7 790	2 284	1,10	0,0016	0,037
Mai	8 920	4 092	2,07	0,0014	0,020
Juin	9 230	3 479	1,61	0,0021	0,029
Juillet	9 230	3 020	1,3	0,002	0,056
Août	17 500	3 114	0,66	0,0014	0,016
Septembre	13 100	2 087	0,78	0,0009	0,028
Octobre	8 430	3 150	1,2	0,0015	0,048
Novembre	7 000	6 113	2,5	0,0019	0,119
Décembre	11 400	2 124	0,86	0,0006	0,022
TOTAL ANNUEL	121 000	41 900	23,8	0,0183	0,492

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 rejet de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023 pour les tranches en fonctionnement.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2021	55 800	29,0	0,0186	0,359
2022	51 500	38,6	0,0188	0,381
2023	41 900	23,8	0,0183	0,492
Prévisionnel 2023	68 000	40	0,03	0,6

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 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 (GBq)	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	41 900
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	23,8
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,03
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	10	0,6

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau du Rhône sont 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 du 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 2023 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 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,15 Bq/L	0,31 Bq/L	2 Bq/L	*	*	*
	Tritium	37,42 Bq/L	89 Bq/L	280 Bq/L	8,95 Bq/L	81 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	1,91 mg/L	2,8 mg/L	*	*	*	*
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,016 Bq/L	0,058 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 2023 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 sècheurs-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 sont également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

a. Etat des connaissances sur la toxicité de la morpholine / 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. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à cette substance.
- 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 issue des bases de données de référence 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 1^{er} 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 & 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)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)	Ethanolamine (kg)
Janvier	707,2	0,103	0,13	173,5	21,2	1,7	1,5	28,1	1,70
Février	360,3	0,302	0,31	378,2	28,7	2,1	-	43,1	5,05
Mars	33,2	0,095	0,35	143,8	5,0	0,64	-	67,6	1,70
Avril	163,9	0,088	0,22	252,1	14,5	1,2	21,3	51,7	1,47
Mai	151,3	0,037	0,44	201,8	40,6	1,8	-	97,9	1,76
Juin	489,4	0,034	0,32	131,7	36,4	3,5	-	63,0	1,03
Juillet	341,9	0,025	0,25	120,8	16,5	2,4	7,6	47,5	1,03
Août	262,7	0,063	0,18	125,5	18,8	3,6	-	87,9	0,91
Septembre	43,3	0,084	0,09	146,2	9,5	1,9	-	56,9	0,76
Octobre	249,7	0,076	0,28	217,0	7,3	0,8	7,0	43,3	1,83
Novembre	350,7	0,029	0,36	145,5	6,8	0,8	-	58,3	1,26
Décembre	159,5	0,054	0,17	246,0	42,5	1,7	-	60,0	2,52
TOTAL ANNUEL	3 313,1	0,99	3,1	2 282,1	247,8	22,14	37,4	705,3	21,02

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 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Acide borique	kg	4 300	4 950	3 313,1	7 000
Ethanolamine	kg	22,4	24,9	21,02	60
Hydrazine	kg	1,13	0,867	0,99	1,5
Détergents	kg	129	184	3,1	200
Azote total	kg	2 440	2 230	2 282,1	5 000
Phosphates	kg	604	318	247,8	900
Métaux totaux	kg	19,8	20,8	22,14	30
MES	kg	13,0	23,1	37,4	-
DCO	kg	441	441	705,3	-

Commentaires : La quantité de détergents est inférieure au prévisionnel. Cette variation s'explique par une modification de la méthode d'analyse qui permet une analyse plus fine des rejets de détergents en 2023.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2014-DC-0470 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée	Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	0,574	0,112	0,043	1 500	383	300	101	14 000	3 313,1
Ethanolamine	0,038	0,0014	0,000324	9,5	1,36	(*)	0,966	350	21,02
Hydrazine	0,002	0,0000315	0,0000157	1,5	0,0549	(*)	0,0254	17	0,99
Détergents	0,306	0,000107	0,000049	200	0,236	160	0,0622	3 000	3,1
Azote	0,08	0,0531	0,0323	55	49,4	(*)	32,9	6 900	2 282,1
Phosphates	0,191	0,0429	0,0095	150	32,2	100	20,8	1 600	247,8
Métaux totaux	0,005	0,000275	0,000135	(*)	0,492	(*)	0,126	70	22,14
MES	0,061	0,0076	0,00306	80	11,1	(*)	4,36	(*)	37,4
DCO	0,255	0,0129	0,00474	150	26,3	(*)	6,45	(*)	705,3

(*) Il n'existe pas de réglementation concernant ces données

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

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via « la station de déminéralisation »

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées à la station de déminéralisation du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2023.

i. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels pour chaque type de substances chimiques par voie liquide.

	Chlorures (kg)	Sodium (kg)
Janvier	1 416	718,5
Février	3 560	1 475
Mars	1 608	713,9
Avril	2 532	1 245
Mai	924	1 517
Juin	2 868	1 231
Juillet	1 983	1 406
Août	5 621	4 075
Septembre	4 124	2 319
Octobre	2 579	1 343
Novembre	2 133	1 127
Décembre	3 248	1 912
TOTAL ANNUEL	32 596	19 082,4

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Substances	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Sodium	kg	17 700	17 200	19 082,4	20 000
Chlorures	kg	33 400	30 800	32 596	40 000

Commentaires : Les rejets des liquides chimiques respectent les valeurs prévisionnelles.

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN N°2014-DC-0470 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Valeur moyenne	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlorures	0,235	0,232	0,165	1 050	943	125	120	(*)	32 596
Sodium	0,163	0,149	0,0803	770	414	85	81,5	(*)	19 082,9

(*) Il n'existe pas de réglementation concernant ces données

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

e. Rejets d'effluents liquides chimiques via « la station d'épuration »

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées à la station d'épuration du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2023.

i. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels pour chaque type de substances chimiques par voie liquide.

	Azote global (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	MES (kg)	Phosphore total (kg)
Janvier	23,3	2,1	25,6	2,9	8,5
Février	34,2	3,5	45,9	5,0	8,0
Mars	49,1	5,1	65,9	7,1	11,5
Avril	13,2	6,1	61,7	6,84	10,6
Mai	14,6	6,7	68,0	7,5	11,7
Juin	15,3	3,3	40,0	28,6	11,4
Juillet	33,4	3,3	39,7	28,4	11,4
Août	33,1	2,6	43,5	1,73	8,5
Septembre	32,6	2,6	42,9	1,7	8,4
Octobre	46,7	3,2	26,8	9,1	8,0
Novembre	40	2,7	23,0	7,8	6,9
Décembre	48,5	4,9	39,1	7,5	7,4
TOTAL ANNUEL	350,9	46,1	522,1	114,17	112,3

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Paramètres	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Azote global	Kg	162	300	350,9	300
DBO5	Kg	82	49,6	46,1	-
DCO	Kg	532	512	522,1	-
MES	Kg	71,0	69,0	114,17	-
Phosphore total	Kg	59,3	97,8	112,3	95

Commentaires : Les rejets d'effluents liquides chimiques de la station d'épuration ne respectent pas les valeurs du prévisionnel 2023, en ce qui concerne l'azote global et le phosphore total. Il n'a pas été identifié de dysfonctionnement de la STEP. Cette évolution s'explique par l'arrêt de tranche qui a eu pour incidence l'augmentation du personnel dédié aux arrêts de tranche sur le site.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2014-DC-0470.

	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Azote global	(*)	29,1	5	1,49	(*)	350,9
DBO5	25	4,0	13	0,356	(*)	46,1
DCO	120	40,6	64	3,61	(*)	522,1
MES	30	13	18	0,401	(*)	114,17
Phosphore total	(*)	7,0	5	0,411	(*)	112,3

(*) Il n'existe pas de réglementation concernant ces données

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

L'année 2023 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

Le CNPE de Saint-Alban n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2023.

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 au 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 (température amont, température aval, échauffement). Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2023 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	10,31	5,94	8,21	1,46	0,60	0,85	11,20	7,07	9,06
Février	10,01	6,85	8,15	3,08	1,33	1,87	12,24	8,18	10,03
Mars	11,72	8,86	10,08	1,94	0,29	0,82	12,44	9,90	10,90
Avril	15,90	11,30	12,76	0,91	0,5	0,71	16,71	11,81	13,47
Mai	22,06	15,45	17,42	1,59	0,53	0,94	23,08	16,34	18,36
Juin	23,96	21,72	23,01	1,40	0,93	1,14	25,14	23,05	24,15
Juillet	26,02	21,21	24,05	2,45	0,76	1,35	27,07	23,22	25,40
Août	26,27	20,26	23,16	2,51	0,84	1,52	27,44	21,25	24,68
Septembre	24,07	18,98	21,75	2,95	1,06	2,02	26,37	20,90	23,77
Octobre	19,72	13,01	17,64	3,86	0,57	2,64	23,44	13,66	20,28
Novembre	12,65	8,53	10,54	0,81	0,29	0,55	13,26	9,22	11,09
Décembre	9,41	7,39	8,25	0,82	0,30	0,47	9,71	7,78	8,72

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	Unité	Période	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	°C	Du 1 ^{er} octobre au 15 mai	4	3,86
		Du 16 mai au 30 septembre	3	2,95
Température aval après mélange	°C	Du 1 ^{er} octobre au 15 mai	26	23,44
		Du 16 mai au 30 septembre	28	27,44

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 2023.

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets thermiques

L'année 2023 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.

Partie V - 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 programmées ou inopinées 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 [La centrale nucléaire de Saint-Alban Saint-Maurice | EDF FR](#). Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles 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 complétées 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.

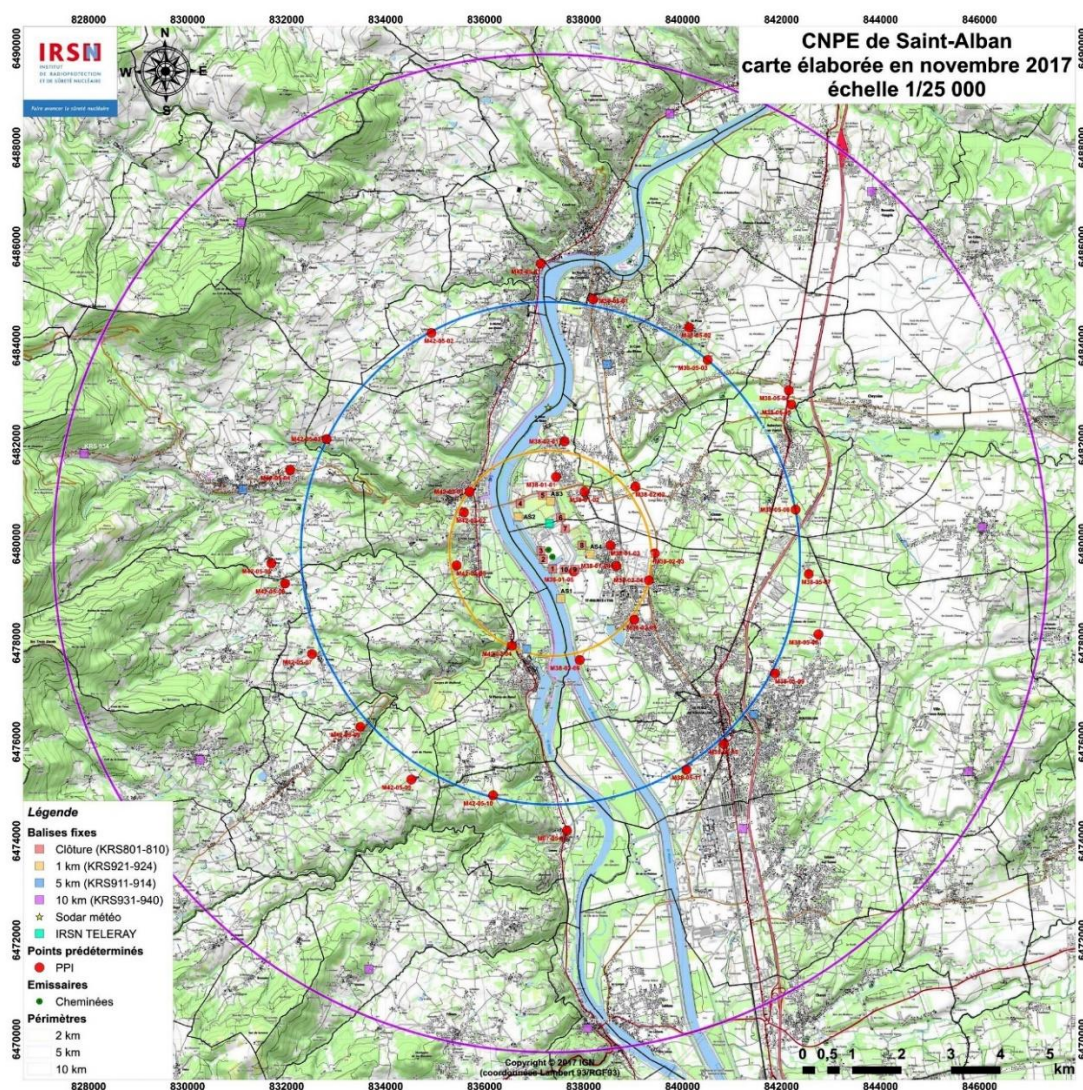
En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, 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'année.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

Le système de surveillance de la radioactivité ambiante s'articule autour de 4 réseaux de balises radiamétriques (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 2023 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose max année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)
Clôture	107	270	102	101
1 km	89	190	88,5	91,7
5 km	139,3	430	134	134
10 km	137,3	280	138	136

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2023 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures. La valeur maximum de 430 nSv/h détectée en novembre est liée à l'emplacement de la balise en zone granitique à Pélussin, la valeur moyenne mensuelle est de 236 nSv/h.

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 et 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 2023 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques	Bêta globale (Bq/m ³)	< 0,000705	0,00260	0,01	
	Spectrométrie gamma (Bq/Nm ³)	⁵⁸ Co	< 0,000515	< 0,000018	(*)
		⁶⁰ Co	< 0,000392	< 0,000013	(*)
		¹³⁴ Cs	< 0,00000735	< 0,000011	(*)
		¹³⁷ Cs	< 0,000316	< 0,0000094	(*)
		⁴⁰ K	< 0,00783	< 0,00023	(*)
		²¹⁰ Pb	0,00173	0,00047	(*)
		⁷ Be	0,0151	0,0039	(*)
Tritium atmosphérique (Bq/m ³)		< 0,177	0,220	50	
Eau de pluie	Bêta globale (Bq/L)	≤ 0,172	0,310	(*)	
	Tritium (Bq/L)	≤ 5,22	5,60	(*)	

(*) Il n'existe pas de réglementation concernant ces données

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2023 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 pour l'année 2023 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle en lien avec le spectre de référence des effluents et au potassium 40 ainsi que les autres radionucléides d'origine artificielle supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0,292	< 0,420
	⁶⁰ Co		< 0,271	< 0,370
	¹³⁴ Cs		< 0,245	< 0,360
	¹³⁷ Cs		< 0,319	< 0,530
	⁴⁰ K		640	970
	⁵⁴ Mn		< 0,245	< 0,280

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
	¹³¹ I		< 1,04	< 1,20
	^{123m} Te		< 0,170	< 0,20
	¹²⁴ Sb		< 0,265	< 0,280
	¹²⁵ Sb		< 0,605	< 0,660
	¹¹⁰ Ag		< 0,225	< 0,240
Lait (Bq/L)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0,312	< 0,360
	⁶⁰ Co		< 0,417	< 0,470
	¹³⁴ Cs		< 0,390	< 0,390
	¹³⁷ Cs		< 0,329	< 0,360
	⁴⁰ K		53,7	61,0
	⁵⁴ Mn		< 0,390	< 0,390
	¹³¹ I		< 0,380	< 0,380
	^{123m} Te		< 0,130	< 0,130
	¹²⁴ Sb		< 0,320	< 0,320
	¹²⁵ Sb		< 0,760	< 0,760
	¹¹⁰ Ag		< 0,360	< 0,360

Commentaires : Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 1**.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 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	9,90
Bêta global	Bq/L	0,30
Bêta global MES	Bq/L	0,044
Potassium	mg/L	4,60

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 20 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	7,93
Conductivité	μS / cm	951
NTK	mg/L	2,7
Nitrates		19
Nitrites		0,05
Phosphates		0,39
Arsenic		0,017
Cadmium		<0,001
Chrome		<0,005
Cuivre		<0,010
Plomb		<0,002
Zinc		< 0,023
Nickel		<0,005
Mercuré		<0,01
MES		10
Hydrocarbures totaux		0,3
DBO5		2,8
DCO		136
Chlorures		35
Sodium		14,5

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 2023 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	12,0	11,7	9,1	9,3	7,7	7,7	7,9	7,9	8,6	10,7	12,4
Conductivité (µS/cm)	402	439	409	404	391	342	334	349	342	376	375	358
pH	8,1	8,1	8,2	8,2	8,2	8,0	8,0	8,0	7,9	8,0	8,0	8,0
Température	8,2	8,1	10,1	12,8	17,4	23,0	24,1	23,2	21,7	17,6	10,5	8,3

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10,9	11,2	11,1	9,3	9,1	7,7	7,6	6,5	7,9	8,2	10,2	10,7
Conductivité (µS/cm)	385	412	395	390	374	329	321	336	323	363	373	360
pH	7,9	7,9	8,0	7,9	7,8	7,5	7,5	7,6	7,8	7,7	7,8	7,9
Température	16,5	16,3	15,9	18,9	24,9	31,1	31,4	29,4	29,6	26,9	19,0	17,1

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,4	11,3	10,8	8,8	8,8	7,5	7,5	5,4	7,7	8,5	11,0	11,5
Conductivité (µS/cm)	402	426	408	395	384	336	320	332	322	362	369	363
pH	8,0	8,1	8,1	8,1	8,0	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	7,9	7,9
Température	9,0	9,9	10,7	13,3	18,6	25,3	26,4	25,1	24,2	20,7	11,2	9,2

Commentaires : Il n'y a pas de différence significative des mesures moyennes mensuelles de pH, oxygène dissous et de conductivité entre les stations amont et aval du CNPE.

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire ALAREP, en amont et en aval, des mesures mensuelles, trimestrielles et bimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Paramètres physico-chimiques	Amont			Aval		
	Moyenne annuelle	Minimum annuel	Maximum annuel	Moyenne annuelle	Minimum annuel	Maximum annuel
Température (°C)	18,1	7,7	26,1	19,4	9,5	26,2
pH	7,9	7,7	8,2	7,9	7,2	8,2
O2 (mg/L)	9,5	7,4	123,3	9,3	7,7	12,3
O2 (% saturation)	100	89	117	100	95	109
Conductivité (µS/cm)	389	353	443	397	370	437
DCO (mgO2/L)	< 20			< 20		
DBO5 (mgO2/L)	1,2	0,5	2,2	1,0	0,5	1,7
MES (mg/L)	18,3	3,4	94,0	11,2	2,9	54,0
Turbidité (FNU)	14,1	1,6	76,0	11,1	0,6	70,0
Silicates (mg/L)	2,7	1,7	3,7	2,7	2,0	3,6
COD (mgO2/L)	1,8	1,4	2,3	1,6	1,2	2,2
Phosphates (mg/L)	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2
Phosphore total (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Nitrites (mg/L)	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Nitrates (mg/L)	5,6	3,1	9,8	6,0	3,6	10,0
Ammonium (mg/L)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Azote Kjeldahl (mg/L)	0,5	0,5	0,5	< 0,5		
Calcium (mg/L)	51,7	51,1	52,2	53,0	52,7	53,3
Magnésium (mg/L)	5,4	5,3	5,5	5,4	5,2	5,6
Potassium (mg/L)	2,1	2,0	2,2	2,2	2,0	2,3
TAC (°f)	11,7	11,6	11,9	11,9	11,8	12,0
TH (°f)	15,1	15,0	15,2	15,5	15,3	15,6
Sulfates (mg/L)	40,0	38,0	42,0	40,5	39,0	42,0
Chlorures (mg/L)	17,0	15,0	19,0	18,0	17,0	19,0
Sodium (mg/L)	11,7	10,2	13,2	12,4	10,6	14,1
Bicarbonates (mg/L)	143,0	141,5	144,6	144,9	143,4	146,4
Chlorophylle a (µg/L)	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	2,0
Phéopigments (µg/L)	3,3	2,0	4,0	3,3	2,4	4,0

Concernant les mesures régulièrement effectuées au fil des mois, le paramètre thermique est cette année discriminé en période estivale par des valeurs > 25,5°C, seuil du bon état pour une eau cyprinicole, quelle que soit la station concernée (excepté le plan d'eau de St-Pierre-de-Bœuf). En 2023, la différence de température (**delta T**) moyenne par rapport à l'amont évolue de 4,8°C en aval immédiat du rejet pour s'atténuer progressivement pour atteindre 1,1°C dans le RCC. La différence est particulièrement faible cette année avec le plan d'eau de St-Pierre-de-Bœuf (milieu stagnant) qui n'est finalement que très peu sous l'influence du rejet du CNPE. En dehors de cet aspect, l'ensemble des stations présente une très bonne (salinité, minéralisation, formes de l'azote et bilan de l'oxygène dans une large majorité des relevés) à bonne (cas les plus défavorables du bilan de l'oxygène et des formes de l'azote, formes du phosphore à toutes les campagnes) qualité des eaux au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié permettant d'évaluer l'état physicochimique des masses d'eau (ou du SEQ-Eau pour les paramètres considérés uniquement par ce dernier). En dépit de conditions thermiques estivales particulièrement contraignantes (fortes chaleurs et faibles débits), les résultats 2023 restent dans les gammes et tendances des années antérieures et celles-ci sont très similaires entre l'amont et l'aval (proche ou éloigné) du CNPE. Par ailleurs, les valeurs observées correspondent à celles attendues par rapport au « bon potentiel » des masses d'eau considérées¹ vis-à-vis de la DCE.

Concernant les mesures en continu réalisées par les SMP EDF, la **température** moyenne annuelle 2023 de la station située à l'amont du CNPE est de 15,4°C. Elle est de 16,8°C à la station aval après mélange ainsi qu'à la station RCC. La température moyenne 2023 au rejet est de 22,9°C. La recherche d'une courbe de tendance sur la chronique 1988-2023 donne une légère tendance significative à l'accroissement. La température de 25,5°C (limite du bon état thermique par rapport au référentiel « eaux cyprinicoles ») est dépassée durant 2% de l'année en amont, 13% en aval et 6% dans le RCC. Comme à l'échelle de la France métropolitaine, la climatologie annuelle de la région lyonnaise permet d'expliquer en partie ce constat. En dépit de cela, le delta T moyen par rapport à l'amont reste plutôt stable depuis quelques années, tant en aval éloigné que pour le RCC (1,4°C pour la station aval et 1,1°C pour la station RCC cette année).

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

¹ La retenue, le canal d'aménagé et le canal de fuite sont classés en tant que Masse d'Eau Fortement Modifiée (MEFM) dont l'objectif au titre de la DCE (arrêté du 25 janvier 2010 modifié) est l'atteinte d'un Bon Potentiel Ecologique. Le Rhône court-circuité (RCC) est classé en tant que Masse d'Eau Naturelle, avec un objectif de Bon Etat Ecologique.

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 Rhône en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2023.

Paramètres Station amont		Unité	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Bore		mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Métaux totaux	Fraction brute		0,415	0,130	0,186	0,0851
	Fraction dissoute		0,0397	0,00543	0,0228	0,0220
Hydrazine			<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ethanalamine			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Détergents			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Paramètres Station aval		Unité	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Bore		mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Métaux totaux	Fraction brute		0,754	0,171	0,0498	0,0800
	Fraction dissoute		0,0366	0,0609	0,0177	0,0276
Hydrazine			<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ethanalamine			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Détergents			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

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) ou en situation exceptionnelle (SE), 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 détecter 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.

Le suivi hydro-écologique 2023 du CNPE de Saint-Alban a mis en évidence une année hydrologique très légèrement déficitaire avec un coefficient annuel d'hydraulicité à la station de mesure de Ternay en aval de Lyon (et en amont du CNPE) de 0,98. Ce coefficient évolue mensuellement de 0,39 en février à 2,17 en novembre, témoignant de **conditions hydro-climatologiques particulièrement contrastées**. L'hydraulicité annuelle en amont du CNPE reste très variable au long de la chronique d'étude, évoluant en dents de scie sans réelle tendance marquée.

La **qualité physico-chimique** générale 2023 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 (salinité, minéralisation, formes de l'azote et bilan de l'oxygène dans une large majorité des relevés) à bonne (cas les plus défavorables du bilan de l'oxygène et des formes de l'azote, formes du phosphore à toutes les campagnes) qualité des eaux au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié permettant d'évaluer l'état physicochimique des masses d'eau, synonyme d'un « bon potentiel » (stations amont et aval) et d'un « bon état » (RCC) pour ces paramètres.

La **température moyenne annuelle** 2023 de la station située à l'amont du CNPE est de 15,6°C. Elle est de 17,0°C à la station aval après mélange (*i.e.* mi-rejet), ainsi qu'à la station RCC. Ces valeurs sont inférieures de quelques dixièmes à celles de l'an dernier (jusqu'à -0,8°C en aval), et supérieures à celles de la dernière décennie. Comme souvent, la climatologie annuelle permet d'expliquer en partie ce constat, 2023 ayant été une année « chaude » du point de vue thermique (température moyenne annuelle de + 1,4°C par rapport à la normale locale). L'analyse des données disponibles sur les chroniques longues, met en évidence une augmentation significative d'un point de vue statistique, plus marquée dans le RCC comparativement aux stations amont et aval éloigné. Les précipitations sont quant à elle déficitaires à l'échelle de l'année (-12% par rapport à la normale), le déficit mensuel atteignant jusque -93%. En dépit de son mélange et de son atténuation progressive, le panache de rejet engendre un échauffement qui atteint cette année au maximum en surface + 4,8°C à 500 m du débouché du canal de rejet et + 3,3°C à 2 km en aval, ceci sur une hauteur d'autant plus significative que l'hydrologie est faible.

L'analyse des tensioactifs n'a pas mis en évidence la présence de ces composés en amont comme en aval du CNPE (concentrations inférieures à la limite de quantification pour toutes les campagnes). C'est le cas également pour l'hydrazine, l'éthanolamine et la plupart des métaux (chrome, cuivre, manganèse – dissous uniquement, zinc, nickel, plomb). Pour le bore dissous, les

concentrations sont proches de la limite de quantification et aucune différence notable n'est observée entre l'amont et l'aval. Pour les PSEE non synthétiques (chrome, cuivre, zinc), il n'est pas possible de valider le respect des normes de qualité environnementale (NQE) selon les règles de calcul. Toutefois, les concentrations sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval pour ces trois métaux. Pour le nickel et le plomb, des NQE_CMA sont disponibles et les concentrations observées sont très largement inférieures à ces limites. Enfin, pour l'aluminium dissous, seul paramètre présent dans le SEQ'Eau, les concentrations observées sont inférieures à la limite de classe entre la bonne et très bonne qualité.

Du point de vue chimique, il n'est donc pas observé d'influence du rejet du CNPE sur le Rhône.

La richesse spécifique annuelle des **diatomées benthiques** reste fortement variable d'une année sur l'autre, attestant du caractère très fluctuant de la dynamique, tant spatiale que temporelle, des peuplements diatomiques. Elle est en 2023 de 228 taxons pour l'ensemble des cinq stations, et représente la plus forte richesse spécifique enregistrée depuis le début du suivi. Si la qualité biologique apparaît majoritairement bonne au sens des différents indices (14,3 pour la note IBD moyenne 2023, soit 0,2 point de plus que la moyenne de la chronique historique), ceux-ci montrent toutefois une qualité biologique moindre lors de la période estivale. De la même manière, l'altération générale évaluée au travers de l'indice diatomique saprobie/eutrophisation (IDSE) est quasiment toujours $\geq 3,0$, soit une altération au pire modérée. L'indice moyen toutes stations et dates confondues est de 3,4, soit sensiblement identique aux dernières années. La qualité donnée par cette méthode (altération générale IDSE) prend en particulier en compte la sensibilité à la pollution organique et le risque d'eutrophisation d'origine anthropique. Cette altération est globalement faible (IDSE $\geq 3,6$) au cours de l'année, puisque seule la campagne printanière présente des valeurs plus élevées définissant une altération modérée. Ceci est confirmé par l'étude du spectre écologique des espèces dominantes à sub-dominantes, largement ubiquiste, bêta-mésosaprobe, et synonyme d'un milieu à tendance plus (CEUG, NCTV, NTPT) ou moins (APED, NCTE, NDIS) marquée vis-à-vis de l'eutrophisation. Certaines espèces, telle que SNIG, sont synonymes d'une charge en nutriments sensible et d'une qualité d'eau dégradée. 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, à l'inverse la qualité biologique des peuplements, décrite par les notes indiciaires IBD, chute nettement en aval proche du rejet du CNPE puis se restaure partiellement en aval éloigné (canal de fuite). La récupération n'est pas totale en aval éloigné mais l'écart indiciaire est très faible (de quelques dixièmes de point par rapport à l'amont). Ce constat est récurrent d'une année sur l'autre et peut indiquer une moindre sensibilité du peuplement diatomique benthique en aval proche du rejet du CNPE, *i.e.* en lien avec le stress thermique. Ceci est confirmé par l'étude du spectre écologique des espèces dominantes à sub-dominantes, largement ubiquistes, qui montre des variations saisonnières en fonction de l'évolution des paramètres du milieu, passant d'un état bêta-à alpha-mésotrophe avec l'augmentation progressive de la température et du degré de trophie.

En 2023, l'hydroclimatologie a permis un bon développement de la **végétation aquatique macrophytique**. Ce développement s'est fait plus tardivement qu'en 2022, probablement lié aux précipitations survenues les jours précédents la première prospection menée en juin. En effet, les herbiers étaient alors peu

développés et souvent affaiblis. Les algues étaient également peu développées malgré les températures favorables. Par la suite, l'étiage marqué et prolongé et les températures de l'eau plus élevées ont favorisé le développement de la végétation aquatique. La richesse floristique totale (38 espèces) est la plus forte enregistrée depuis le début du suivi végétal sur l'ensemble des stations (soit depuis 2016), surpassant même celles relevées en 2020 et en 2022. Les fluctuations individuelles de biomasse des espèces composant régulièrement la base du cortège floristique constituent les principales différences interannuelles enregistrées au fil du suivi. Ces fluctuations sont essentiellement le fait de l'hydrologie et de la thermie printanières (*i.e.* période de développement végétal). Elles affectent plus particulièrement les taux de recouvrement (*i.e.* biomasses) et moins la richesse floristique. Les résultats au sens de l'IBMR sont dans la continuité des relevés précédents, descripteurs d'un niveau trophique très élevé. La principale caractéristique de cette année, outre le fait que la **station aval éloigné** (canal de fuite) ait été déclassée en « très élevée » pour ce qui est du niveau trophique (alors qu'elle était en « élevée » depuis 2021), est la stabilité de la richesse spécifique enregistrée aussi bien au niveau de cette station aval éloignée, comme des deux autres stations (amont et RCC) ; l'exception notable, sur ces deux dernières stations est 2021 dont l'hydrologie particulière (*i.e.* crue estivale) avait sévèrement lessivée leurs peuplements macrophytiques

La richesse taxonomique totale annuelle relevée en 2023 pour les **macroinvertébrés** est supérieure à celles des deux années précédentes (113 taxons vs 106) ; elle correspond à la plus forte richesse enregistrée depuis l'origine du suivi (*ex-aequo* avec l'année 2007). Ces **trois années de richesses élevées** font suite à plus d'une dizaine d'années au-dessous de 100 taxons (excepté en 2018). Cette valeur est supérieure à la moyenne décennale calculée sur la période 2014-2023 et encore plus pour celle calculée à partir des données recueillies depuis le début des années 2000. Les richesses stationnelles les plus élevées sont enregistrées à l'amont du CNPE de Saint-Alban ainsi que sur le plan d'eau de Saint-Pierre-de-Bœuf (61 taxons chacune) devant les **deux stations aval CNPE**, proche (rejet) et éloigné (canal de fuite), qui présentent des **richesses totales annuelles inférieures**, qui valent respectivement 59 et 55 taxons. La station présentant la richesse stationnelle la plus basse est la station du RCC, avec 54 taxons relevés en 2023. Notons que le RCC présente depuis plusieurs années une baisse progressive de sa richesse, difficile à appréhender, mais généralement imputée au stress hydraulique subit (lâchers d'eau au barrage avec les arrêts de groupes qui découvrent régulièrement plusieurs habitats rivulaires notamment). Le déséquilibre de la structure du peuplement d'invertébrés du Rhône à Saint-Alban se confirme au fil des années : près de 62,8% des individus sont des taxons exotiques et plus de 29,2% sont accidentels (*i.e.* rencontrés en 1 ou 2 exemplaires), traduisant une instabilité générale des peuplements benthiques. A l'opposé, la relative stabilité hydrologique et la thermie ont permis un bon développement de la couverture biologique sur les substrats durs, favorisant notamment le développement de *Theodoxus fluviatilis* sur les enrochements des berges de plusieurs stations (canal, RCC). Notons qu'il serait intéressant d'ajouter au suivi actuel la réalisation du protocole MGCE selon la norme AFNOR XP T90-337, plus complet, afin d'attester ou non de cette forte variabilité interannuelle des résultats obtenus sur ce compartiment.

29 espèces de **poissons** ont été échantillonnées en 2023 pour 9 703 individus capturés dans le cadre du protocole de suivi historique (20 points par station, 4 campagnes par an). Cette richesse totale apparaît particulièrement stable depuis 2015. La richesse totale par station varie de 19 espèces au niveau du rejet

à 24 espèces en amont (21 dans le plan d'eau de St-Pierre-de-Bœuf et 22 dans les stations aval et RCC). L'analyse long terme montre que, si les facteurs abiotiques responsables de la variabilité temporelle des effectifs, notamment de ceux des juvéniles de l'année (0+), sont identiques quelle que soit la station, les effets semblent plus marqués sur le tronçon aménagé. 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 interannuelle d'autre part. En règle générale, le RCC apparaît très souvent comme étant le milieu le plus productif.

Même si l'interprétation de l'IPR est difficile en grands fleuves, en particulier sur le Rhône, les peuplements piscicoles des trois stations considérées dans ce cadre (amont, aval et RCC) restent satisfaisants (bonne qualité) sur les stations amont et aval (IPR=14,2 et 15,9 respectivement) alors qu'elle n'est que moyenne (et donc non satisfaisante) sur la station RCC (IPR=19,5). Le même constat est observé avec les valeurs d'IPR moyennées sur trois ans, même si les écarts sont moindres (14,9 vs 14,2, 13,6 vs 15,9 et 21,0 vs 19,5 pour les stations amont, aval et RCC respectivement). En considérant l'IPR 2023 annuel ou sur trois ans, la qualité de la station amont est systématiquement identique (voire moindre) à celle des stations aval potentiellement impactées. L'IPR ne met donc en évidence aucun impact négatif du fonctionnement du CNPE sur les peuplements de poissons échantillonnés suivant les recommandations de la norme (100 EPA).

Les constats 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.

Quelques différences physico-chimiques et biologiques existent le long du continuum longitudinal amont-rejet-aval. Elles sont grandement liées à une multitude de facteurs (*i.e.* « stress » ou pressions au sens de la DCE) qui agissent en synergie sur l'ensemble du milieu, sur sa faune et sa flore, ou bien au contexte hydromorphologique de certaines stations telles que la station aval éloigné (canal de fuite – station 3), et le RCC (station 4), situées en aval de l'ouvrage et pouvant être soumises respectivement aux éclusées et au stress hydraulique lié aux lâchers d'eau du barrage de St-Pierre-de-Bœuf. Parmi ces différences, on notera les points suivants :

- Les résultats des différents indices diatomiques montrent une qualité biologique moindre lors des périodes estivales et post-estivales au niveau de la station aval proche (*i.e.* rejet). La richesse et l'indice de diversité H' unitaires les plus bas sont enregistrés en 2023 à la station plan d'eau lors des deux premières campagnes (avril et juin), signe potentiel d'une eutrophisation plus marquée de ce milieu particulier.
- Cette année, la différence entre les richesses floristiques **macrophytiques** des deux stations aval (proche et éloigné) et la station amont est moins importante que ce qui a pu être observé les années précédentes. De plus, on relève comme en 2022 une nette régression, voire une quasi disparition de certaines espèces de macrophytes, tel que le Potamot pectiné, sur tout le secteur rive gauche de la retenue située en aval du CNPE entre les relevés de juin et ceux du mois d'août, c'est-à-dire parallèlement à l'accroissement du stress thermique.

- Certaines tendances écologiques restent récurrentes d'une année sur l'autre pour le compartiment des **macroinvertébrés aquatiques**, notamment l'abondance des Crustacés bien supérieure en amont qu'en aval proche. En 2023, on notera que des taxons habituellement classés parmi les thermophiles tels que les Mollusques Gastéropodes *Potamopyrgus antipodarum* et *Physella acuta* sont retrouvés de façon plus abondante en aval qu'en amont.

Ainsi, au regard de ces différents constats, la part entre l'influence des rejets liquides (chimiques et thermiques) et les différences hydromorphologiques entre les stations (retenue peu courante avec une sédimentation notable pour l'amont et l'aval proche vs un canal lotique ayant un environnement minéral grossier pour l'aval éloigné) reste difficile à établir. Les particularités hydro-climatiques annuelles deviennent également de plus en plus prégnantes, en particulier vis-à-vis de l'influence des rejets liquides. Si les effets individuels sur chaque compartiment descripteur commencent à être bien identifiés (diversité et structure des communautés, tendances évolutives), les liens entre eux le long de la chaîne trophique sont peu connus, en particulier en situation de stress (*i.e.* approche multi-descripteurs du fonctionnement de celle-ci).

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Saint-Alban.

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

La prescription [EDF-SAL-135] de la décision modalités n°2014-DC-0470 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifiques soit réalisée en cas de dépassement de la température moyenne journalière du Rhône, en aval, autorisée (26°C du 1^{er} octobre au 15 mai, 28°C du 16 mai au 30 septembre) ou de l'échauffement moyen journalier du Rhône autorisé (4°C du 1^{er} octobre au 15 mai, 3°C du 16 mai au 30 septembre).

En 2023, 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-0470 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifiques soit réalisée en cas de dépassement de la température moyenne journalière du Rhône, calculée en aval, autorisée (29°C), et seulement si le réseau de transport d'électricité (RTE) requiert le fonctionnement de la centrale nucléaire.

En 2023, 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 site internet et du compte Twitter 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 lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Le site internet permet de retrouver toute l'actualité du CNPE de Saint-Alban, 24 heures sur 24 : [La centrale nucléaire de Saint-Alban Saint-Maurice | EDF FR](#)

Partie VI - 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 que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur 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 l'IRSN, présenté en annexe 1.

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

https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace¹ 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 efficace¹ 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 ;

¹ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique WR (WR = 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 WT (WT = 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** ».

- Ils vivent toute l'année à proximité de 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 ;
- 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 :

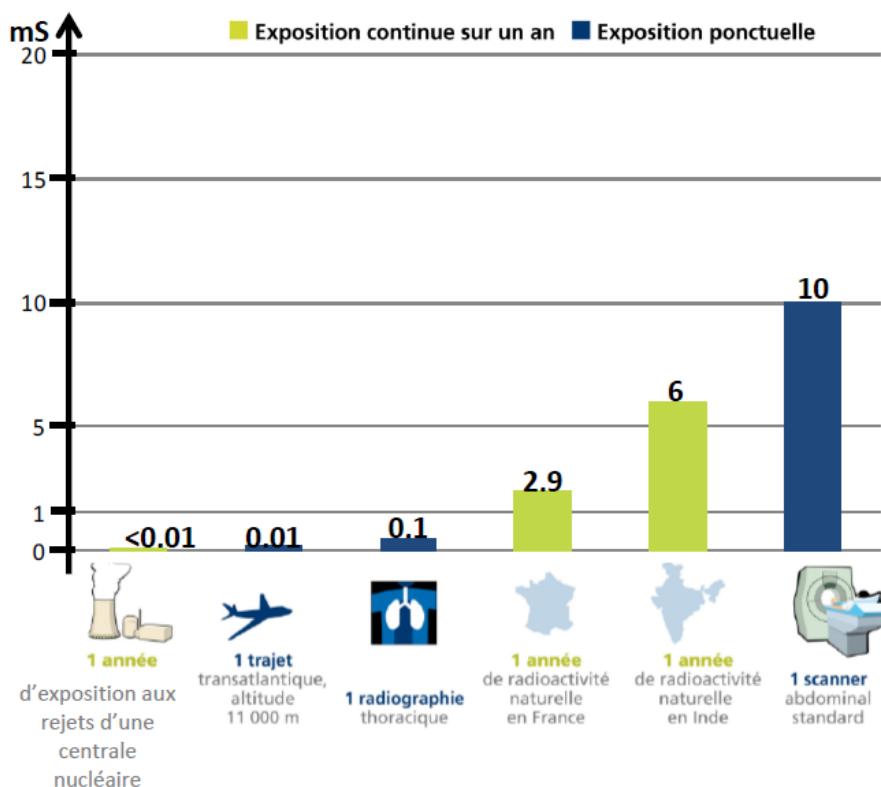


Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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 2 ci-après.

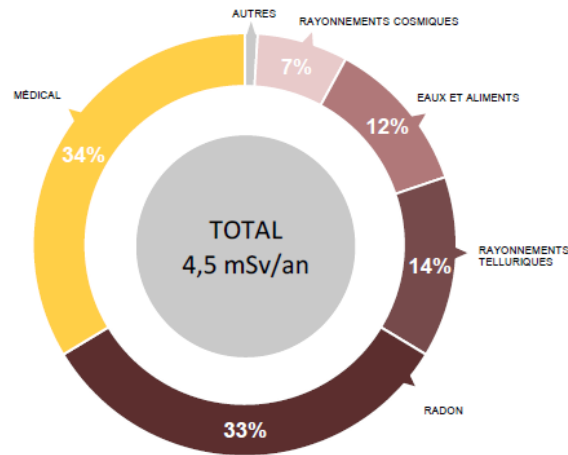


Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2023 effectués par le CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice, 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	1,6E-06	8,9E-06	1,0E-05
Rejets d'effluents liquides	3,9E-07	1,2E-04	1,2E-04
Total	2,0E-06	1,2E-04	1,3E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,6E-06	7,5E-06	9,2E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	1,3E-04	1,3E-04
Total	1,6E-06	1,4E-04	1,4E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,7E-06	1,6E-05	1,7E-05
Rejets liquides	s.o.	1,7E-04	1,7E-04
Total	1,7E-06	1,9E-04	1,9E-04

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-3} mSv/an pour l'adulte, pour l'enfant de 10 ans et 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 2023 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.

Les valeurs des activités des RN rejetés sont fournies par la DI.

RN	Activités rejetées (Bq/an) Rejets atmosphériques
Ar.41	3,78E+10
C.14.	3,29E+11
Co.58	1,08E+06
Co.60	1,21E+06
Cs.134	1,09E+06
Cs.137	9,97E+05
H.3	7,78E+11
I.131	5,63E+06
I.133	1,58E+07
Kr.85	3,64E+09
Xe.131m	2,73E+11
Xe.133	3,84E+11
Xe.135	2,73E+11

RN	Activités rejetées (Bq/an) Rejets liquides
Ag.110m	9,14E+07
C.14.	2,37E+10
Co.58	1,13E+08
Co.60	1,39E+08
Cs.134	1,88E+07
Cs.137	2,40E+07
H.3	4,19E+13
I.131	1,83E+07
Mn.54	1,90E+07
Ni.63	6,12E+07
Sb.124	1,90E+07
Sb.125	5,13E+07
Te.123m	1,60E+07

Partie VII - 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, cellulosiques				
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

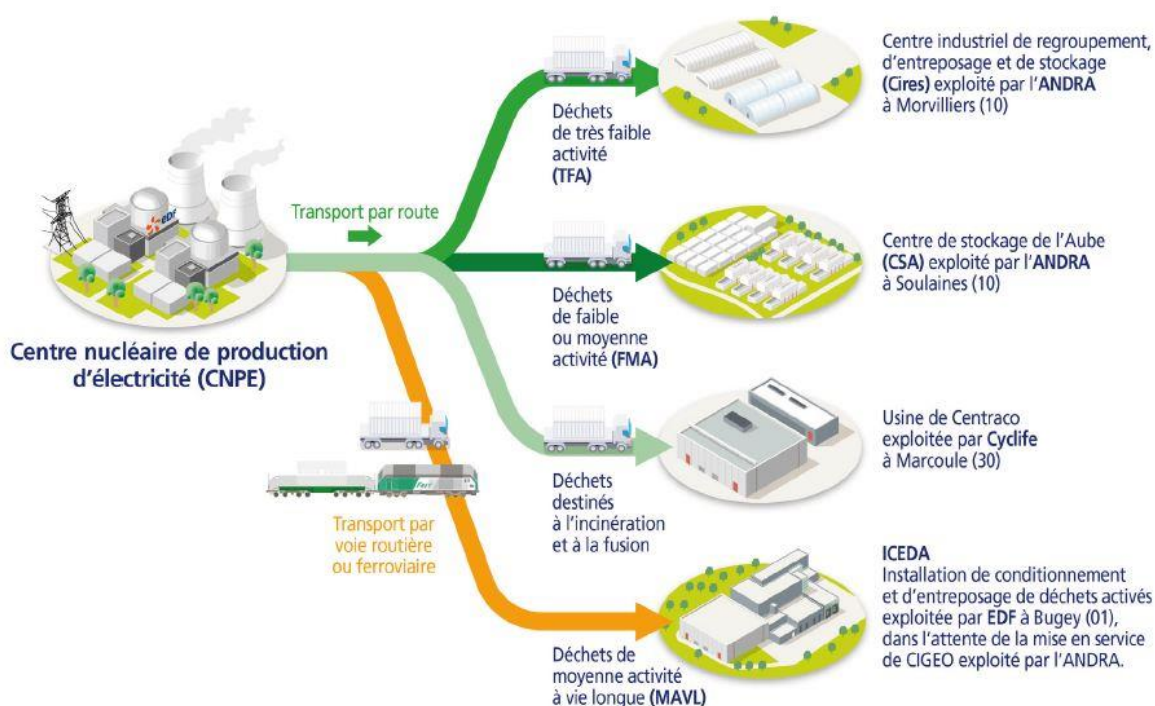


Figure 2 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2023

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2023 pour les réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Commentaires
TFA	121 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	4,4 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants
FMAVC (Solides)	32 tonnes	Localisation Bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) et Bâtiment de traitement des effluents (BTE)
MAVL	196 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 2023 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Type d'emballage
TFA	99 colis	Tous type d'emballages confondus
FMAVC	25 colis	Coques béton
FMAVC	100 colis	Fûts (métalliques, PEHD
FMAVC	5 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2023 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	242
CSA à Soulaines	423
Centraco à Marcoule	1677

En 2023, 2 342 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 2023 par le CNPE.

Quantités 2023 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	211	178	1084	908	2 583	2 576	3 842	3662

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.

La production de déchets inertes a été historiquement conséquente en 2023 du fait d'importants chantiers, en particulier les chantiers de modifications post Fukushima et l'aménagement de parkings ou bâtiments tertiaires. Les productions de déchets dangereux et de déchets non dangereux non inertes restent relativement stables.

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 2023, les 2 unités de production du CNPE de Saint-Alban ont produit 3 842 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 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Saint-Alban Année 2022

Extrait du :

« Suivi Radioécologique annuel des CNPE du Rhône et du site en démantèlement de Creys-Malville », Année 2022

Rapport IRSN 2024-00233

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

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 2 page 77). 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-Boeuf (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.

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est exposée sur la Figure 1 page 73.

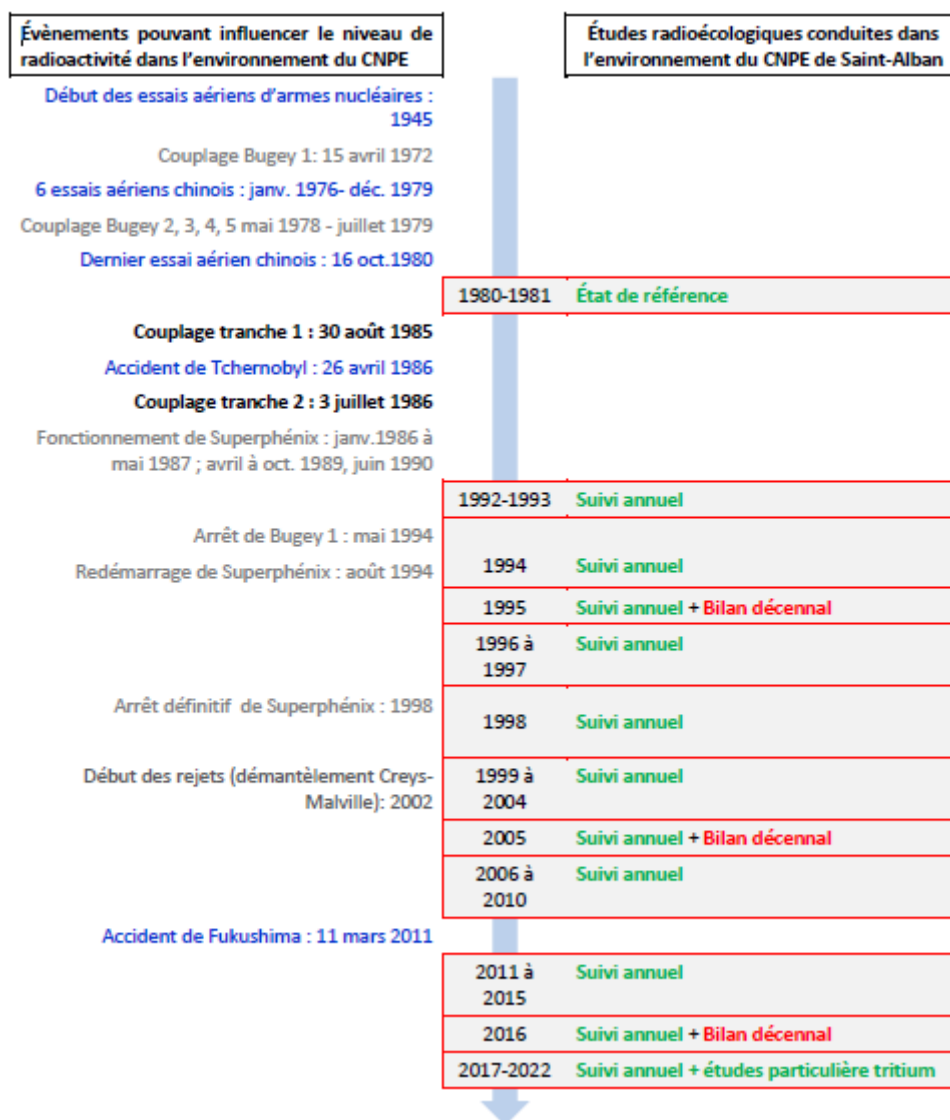


Figure 1 – Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

2. État radiologique de l'environnement terrestre

2.1. Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement, ainsi que la nature des échantillons collectés, sont reportées sur la Figure 2 page 77. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 1 page 75.

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 lierre), des vecteurs directs ou indirects de radioactivité vers l'homme : le lait et des légumes-feuilles comme les salades. Les végétaux cultivés (salade) sont communs sur l'ensemble du territoire français. Leur cycle végétatif annuel et leur grande surface d'interception en font d'assez bons bioindicateurs pour le suivi des niveaux de radioactivité de l'environnement et caractériser d'éventuels marquages. Du lait de vache est collecté, 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 deux productions agricoles (lait et salade) sont collectés.

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

La dispersion des rejets des effluents dans l'environnement est contrainte par les conditions météorologiques (des vents dominants de secteur nord et des vents secondaires de secteur sud).

Dans la stratégie 2022, une mousse terricole, des feuilles de lierre, une production agricole (un légume-feuille) et un sol de prairie sont prélevés sous les vents dominants, à proximité du CNPE, dans l'axe de la vallée du Rhône (Saint-Maurice-l'Exil, Limony et Saint-Pierre-de-Boeuf). Du lait de vache a été prélevé dans l'exploitation qui subsiste à proximité du CNPE, à Pélussin, dans une zone ouest/nord-ouest en dehors des directions de vents dominants. Les prélèvements de sol de prairie, de salades, de feuilles de lierre, de mousse et de lait de vache ont été mesurés en spectrométrie gamma. L' ^{131}I est spécifiquement recherché dans les mousses. Le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés dans les échantillons de feuilles de lierre, de salades et de lait de vache. Du ^{14}C est également recherché dans le lait de vache et les salades. Enfin, les feuilles de lierre ont fait l'objet de quatre mesures en ^{14}C (une par trimestre) dont les résultats seront présentés dans le rapport simplifié exigé au titre de la réglementation 2022.

Tableau 1 – Identification des échantillons analysés dans l’environnement terrestre du CNPE lors du suivi radioécologique 2022

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	Gamma (Cendre)	8,00	15,69
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,53	-
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	C élémentaire (Sec)	7,53	-
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	7,53	-
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	H-3 lié (Sec)	7,53	-
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,53	-
6,6 km ONO	Saint-Alban - Zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	04,68109	45,43195		Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	27/04/2022	H-3 libre (Liquide)	7,53	-
0,95 km SSE	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75881	45,39640		Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	27/04/2022	Gamma (Cendre)	2,82	10,59
0,95 km SSE	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75881	45,39640		Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	30/06/2022	H-3 lié (Sec)	3,43	-
0,95 km SSE	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75881	45,39640		Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	30/06/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,43	-
0,95 km SSE	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75881	45,39640		Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	30/06/2022	H-3 libre (Liquide)	3,43	-
4,25 km SSO	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,73898	45,36856		Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier	31/03/2022	Gamma (Sec)	1,17	-
4,25 km SSO	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,73898	45,36856		Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier	31/03/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,17	-
4,25 km SSO	Saint-Alban - Zone sous les vents (<5 km)	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,73898	45,36856		Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier	31/03/2022	MO après combustion (Sec)	1,17	-
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	Gamma (Cendre)	22,24	4,78
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	18,56	-

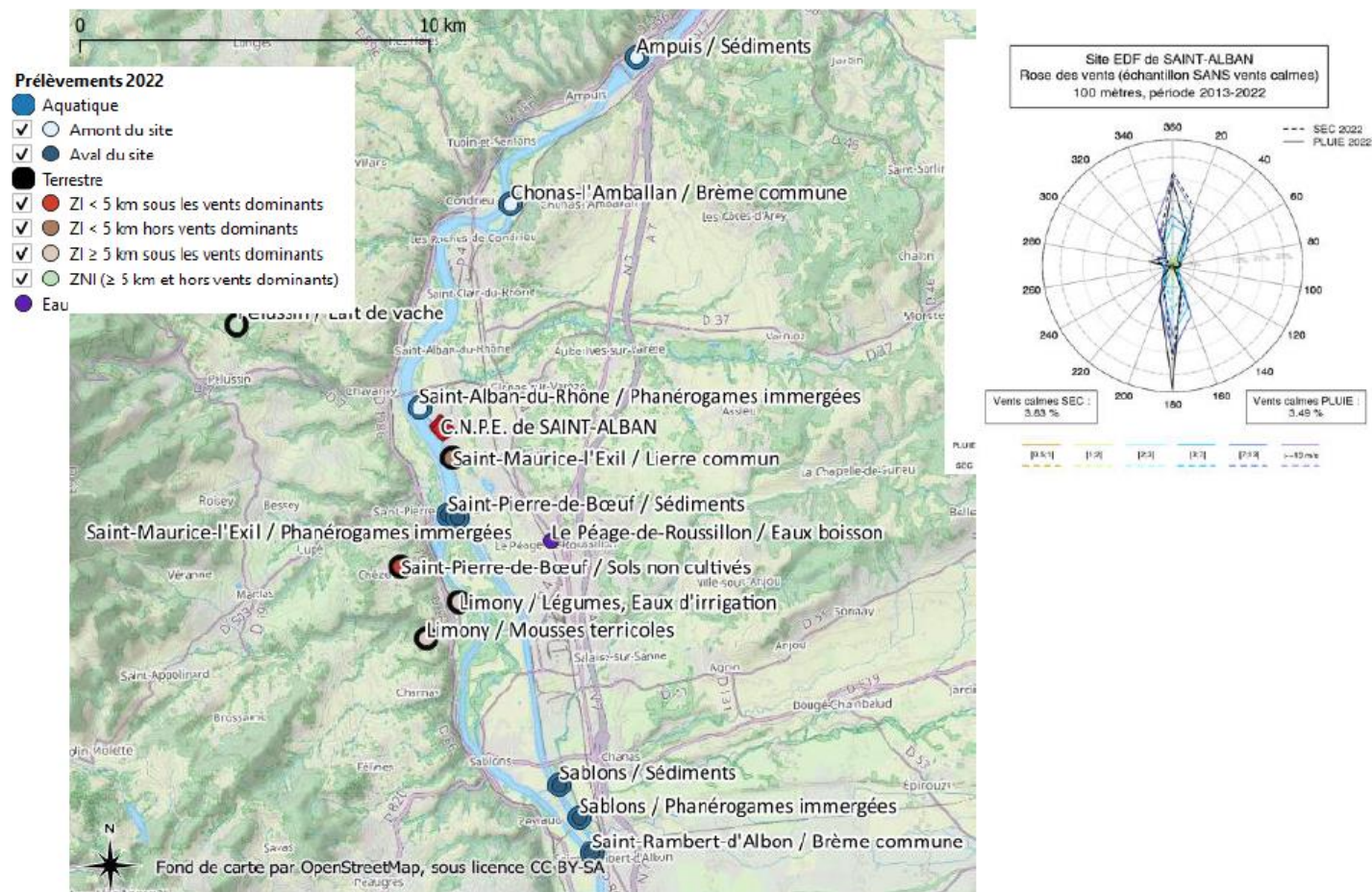
Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	C élémentaire (Sec)	18,56	-
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	18,56	-
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	H-3 lié (Sec)	18,56	-
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	18,56	-
5,08 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,76001	45,35914	Batavia	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	30/06/2022	H-3 libre (Liquide)	18,56	-
6,15 km S	Saint-Alban - Zone sous les vents (>5 km)	Limony	04,74756	45,34975		Mousses terricoles	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>	Entier	31/03/2022	Gamma (Frais)	-	-

- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement

Dans les tableaux terrestres suivants :

Prélèvements hors vents dominants de l'installation	
	Prélèvements sous les vents dominants de l'installation et à moins de 5 km de l'installation
	Prélèvements sous les vents dominants de l'installation et à plus de 5 km de l'installation

Figure 2 – Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2022 du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil



2.2. Résultats et interprétation

2.2.1 Radionucléides émetteurs gamma

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 14 page 103.

En 2022, 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 provient principalement du ^{40}K et, dans une moindre mesure, des radionucléides des familles du ^{232}Th et de ^{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 [1, 17, 18]. 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 de prélèvement.

Ces résultats de mesure attestent de l'absence de biais dans les étapes de prélèvements, de préparation et de mesure des échantillons.

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 15 page 104.

Le ^{137}Cs est quantifié dans l'ensemble des matrices prélevées avec des activités qui sont dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (Tableau 3 page 90 au Tableau 7 page 94). Aucune contribution des rejets à l'atmosphère du site au marquage de l'environnement terrestre n'est mise en évidence. Les activités des autres émetteurs γ d'origine artificielle sont inférieures aux seuils de décisions dans les matrices prélevées.

2.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

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 16 page 104 et le Tableau 17 page 105.

Les activités en tritium libre sont proches du bruit de fond attendu en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (de l'ordre de 1 Bq.L^{-1} dans une gamme allant de $0,5$ à 2 Bq.L^{-1} d'après [1]) pour le lait de vache, les salades et les feuilles de lierre. Il en est de même pour le tritium organiquement lié mesuré dans le lait de vache (de $0,34$ à $1,7 \text{ Bq.L}^{-1}$ pour le tritium organiquement lié d'après [1]). En revanche, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les salades et le lierre prélevés sous les vents dominants (respectivement $3 \pm 0,9 \text{ Bq.L}^{-1}$ EC et

4±0,9 Bq.L⁻¹ EC) sont supérieures aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels.

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 18 page 105.

Les activités en ¹⁴C mesurées dans le lait de vache prélevé à Pélussin et les salades collectées à Limony sont proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local (222±7 Bq.kg⁻¹C d'après [1]).

En 2021, l'ensemble des échantillons de feuilles de lierre prélevées dans le cadre de la surveillance trimestrielle à Saint-Maurice-l'Exil présentaient des activités en ¹⁴C proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local (222±7 Bq.kg⁻¹C d'après [1]).

3. État radiologique de l'environnement aquatique

3.1. Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement et la nature des échantillons collectés sont indiquées sur la Figure 2 page 77. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 2 page 81 et suivantes.

La dispersion des rejets des effluents dans l'environnement est contrainte par les conditions hydrologiques propres au site (la zone de mélange complet commence en aval du barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf).

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 Ampuis et Saint-Alban-du-Rhône. En aval, les prélèvements de végétaux et de sédiments sont réalisés à proximité des ouvrages de Saint-Pierre-de-Boeuf et de Saint-Maurice-l'Exil ainsi qu'à Sablons. Les poissons sont collectés à la confluence entre le canal et le Rhône, à Saint-Rambert-d'Albon.

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. L'eau d'irrigation est prélevée à 26 mètres de profondeur dans un forage situé à Limony. Le prélèvement est représentatif de l'eau issue de la nappe des formations granitiques alimentée par les coteaux situés plus à l'ouest. Une contribution possible des alluvions du Rhône situés au-dessus de la couche granitique n'est pas à exclure. Les rejets liquides du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil ont lieu en rive gauche du Rhône et transitent par le canal de dérivation situé à l'est ainsi que par le vieux Rhône. La répartition entre le vieux Rhône et le canal de dérivation dépend des modalités de gestion du barrage de Saint-Pierre-de-Boeuf et de l'usine des Sablons. Aussi, l'eau d'irrigation prélevée à Limony est sous influence des rejets liquides du CNPE.

Les pêches ont été réalisées au filet à grandes mailles par un pêcheur professionnel. Les poissons collectés sont des brèmes communes³ 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.

En 2022, les phanérogames, les poissons et les sédiments prélevés en amont et en aval du site ont été mesurés par spectrométrie γ . L' ^{131}I a été recherché dans les phanérogames immergées sauf dans les prélèvements réalisés en aval lointain. Le tritium organiquement lié et le ^{14}C sont mesurés sur les échantillons de poissons et de phanérogames (à l'exception de celles prélevées en aval lointain). Du tritium libre est recherché dans les phanérogames immergées (excepté en aval lointain), les poissons, l'eau de boisson et l'eau d'irrigation. Enfin, du ^{63}Ni et du ^{55}Fe ont été mesurés dans les phanérogames immergées prélevées en amont et en aval proche du site.

Tableau 2 – Identification des échantillons analysés dans l’environnement quatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l’Exil lors du suivi radioécologique de 2022

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
4,51 km SE	Rhône en aval de Saint-Alban	Le Péage-de-Roussillon	04,79429	45,37424	Eaux boisson	Eau de boisson	Entier Filtrat < 0.2 µm	30/06/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
5,11 km S	Rhône en aval de Saint-Alban	Limony	04,76066	45,35888	Eaux douces	Eau d'irrigation	Entier Filtrat < 0.2 µm	30/06/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
11,87 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Ampuis	04,82980	45,49823	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Gamma (Sec)	2,33	-
11,87 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Ampuis	04,82980	45,49823	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Granulométrie INRA (Sec)	2,33	-
11,87 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Ampuis	04,82980	45,49823	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	MO après combustion (Sec)	2,33	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	Gamma (Cendre)	3,38	28,37
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	3,82	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	C élémentaire (Sec)	3,82	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	3,82	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	H-3 lié (Sec)	3,82	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,82	-
6,59 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78240	45,46109	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	28/04/2022	H-3 libre (Liquide)	3,82	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	12,14	5,02
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Gamma (Frais)	-	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Gamma (Cendre)	12,14	5,02
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	C élémentaire (Sec)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	H-3 lié (Sec)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	H-3 libre (Liquide)	8,70	-
0,89 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74695	45,40933	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	12,14	5,02
2,6 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,75660	45,38139	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Gamma (Sec)	2,22	-
2,6 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,75660	45,38139	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Granulométrie INRA (Sec)	2,22	-
2,6 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,75660	45,38139	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	MO après combustion (Sec)	2,22	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	10,72	6,29
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Gamma (Frais)	-	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Gamma (Cendre)	10,72	6,29
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	8,42	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	C élémentaire (Sec)	8,42	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	8,42	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	H-3 lié (Sec)	8,42	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	8,42	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	H-3 libre (Liquide)	8,42	-
2,69 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76018	45,38068	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Entier	06/07/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	10,72	6,29
10,85 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Sablons	04,79553	45,31121	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Gamma (Sec)	2,18	-
10,85 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Sablons	04,79553	45,31121	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	Granulométrie INRA (Sec)	2,18	-
10,85 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Sablons	04,79553	45,31121	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	31/03/2022	MO après combustion (Sec)	2,18	-
11,93 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Sablons	04,80233	45,30250	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	06/07/2022	Gamma (Cendre)	14,03	5,12
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	Gamma (Cendre)	4,96	17,33
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,77	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	C élémentaire (Sec)	4,77	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,77	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	H-3 lié (Sec)	4,77	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,77	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Rambert-d'Albon	04,80682	45,29324	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	26/04/2022	H-3 libre (Liquide)	4,77	-

- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement.

Dans les tableaux aquatiques suivants :

	Prélèvements en amont du dispositif de rejets des effluents liquides
	Prélèvements en aval du dispositif de rejets des effluents liquides
	Prélèvements d'eau en aval du dispositif de rejets des effluents liquides

3.2. Résultats et interprétation

3.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

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 20 page 107.

En 2022, 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 ^{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.

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 21 page 108.

Le ^{137}Cs est présent dans tous les compartiments de l'écosystème aquatique. En 2022, 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 (Tableau 9 page 96 au Tableau 12 page 102) avec des niveaux d'activité du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du site. D'autres émetteurs γ d'origine artificielle ont été mesurés dans les échantillons prélevés en milieu aquatique : $^{110\text{m}}\text{Ag}$ dans les sédiments prélevés en aval proche du site ($0,17 \pm 0,1 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) et ^{60}Co dans les phanérogames collectées en aval proche sur site ($0,54 \pm 0,14 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) mais avec des valeurs proches des seuils de décisions observés en amont. Comme observé ces dernières années, ces détections confirment l'influence des rejets liquides autorisés du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil ainsi que des rejets liquides autorisés des installations situées en amont de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil (Figure 3 et Figure 4). De ^{131}I est mesuré dans les phanérogames prélevées en amont et en aval du site à des niveaux d'activité équivalents en tenant compte des incertitudes de mesure. Les installations hospitalières en amont du site sont très probablement à l'origine de ce marquage.

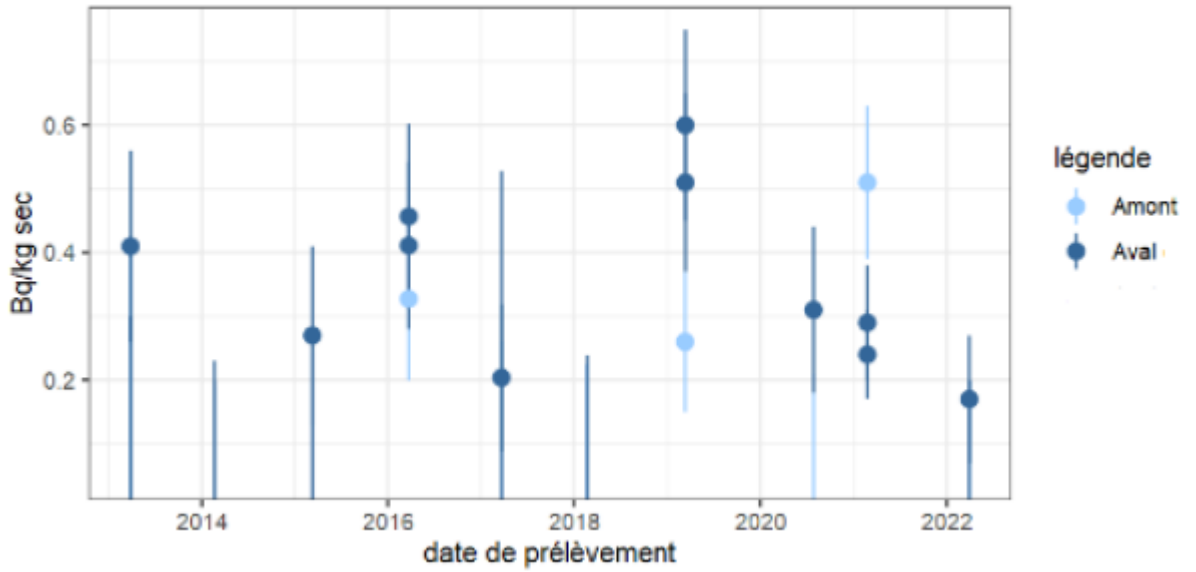


Figure 3 – Variation temporelle des activités en ^{110m}Ag détecté par spectrométrie γ dans les sédiments collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil de 2013 à 2022

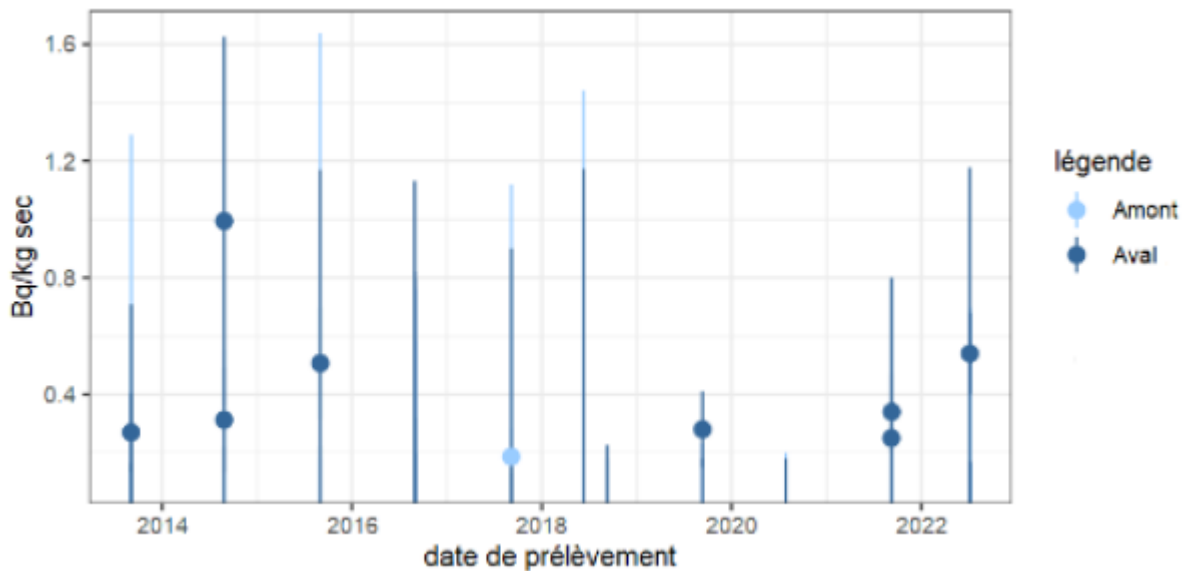


Figure 4 – Variation temporelle des activités en ^{60}Co détecté par spectrométrie γ dans les phanérogames collectées dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil de 2013 à 2022

3.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

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 respectivement dans le Tableau 22 page 109 et le Tableau 23 page 109.

Les activités en tritium libre mesurées dans l'eau de boisson, l'eau d'irrigation, les phanérogames prélevées en amont du site et les poissons pêchés en amont et en aval ne présentent pas de différence significative et sont du même ordre de grandeur que les valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (de l'ordre de 1 Bq.L⁻¹ dans une gamme allant de 0,5 à 2 Bq.L⁻¹ d'après [1]). L'activité en tritium libre mesurée dans les phanérogames prélevées en aval ($42,4 \pm 4,9$ Bq.L⁻¹ ED) est quant à elle supérieure aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (de l'ordre de 1 Bq.L⁻¹ dans une gamme allant de 0,5 à 2 Bq.L⁻¹ d'après [1]). En raison de la dilution et du transfert rapide du tritium libre au sein de ce milieu récepteur, le prélèvement de phanérogames en aval a probablement eu lieu dans la concomitance du passage d'un panache de rejet liquide tritié.

Les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames immergées et les poissons sont supérieures aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (de l'ordre de 1 Bq.L⁻¹ dans une gamme allant de 0,5 à 2 Bq.L⁻¹ d'après [1]) avec une activité plus élevée en aval (respectivement $24,8 \pm 3$ Bq.L⁻¹ EC et $10 \pm 1,2$ Bq.L⁻¹ EC) qu'en amont du site (respectivement $5,3 \pm 1$ Bq.L⁻¹ EC et $3,4 \pm 0,8$ Bq.L⁻¹ EC), comme observé ces dernières années (Figure 5 page 86 pour les phanérogames).

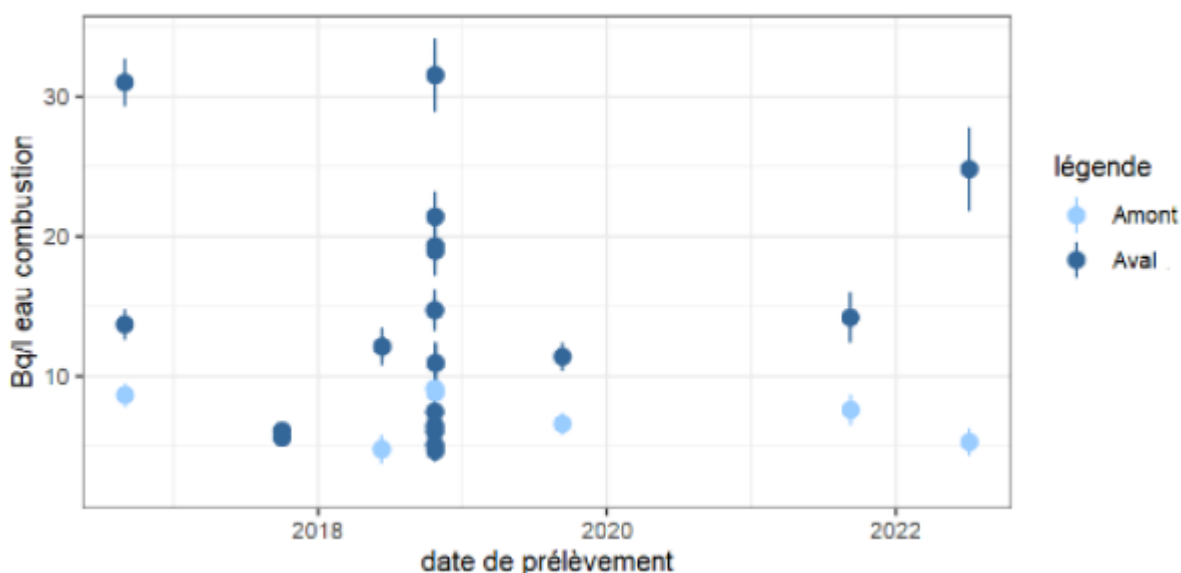


Figure 5 – Variation temporelle des activités du tritium organiquement lié détecté dans les phanérogames immergées collectées dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil de 2016 à 2022

Ces marquages sont consécutifs aux rejets d'effluents liquides du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil qui s'ajoutent à ceux réalisés par les autres installations situées en amont (CNPE du Bugey et site en démantèlement de Creys-Malville). Les valeurs élevées en tritium organiquement lié trouvent également leur origine dans les rejets liés à l'industrie horlogère implantée par le passé dans le Haut-Rhône.

3.2.2.2. Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités en ^{14}C dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil sont présentés dans le Tableau 24 page 110.

Les activités en ^{14}C mesurées dans les poissons et les phanérogames collectés en amont du site sont proche du bruit de fond attendu hors influence industriel (inférieure à $220 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ d'après [1]). En revanche, les muscles de poissons et les phanérogames prélevés en aval présentent une activité en ^{14}C (respectivement $528 \pm 26 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ et $440,1 \pm 4,8 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$) supérieure à l'activité amont ainsi qu'à la valeur attendue dans un environnement non soumis à des rejets industriels. Ainsi, un marquage par les rejets liquides du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est mis en évidence (Figure 6 page 87).

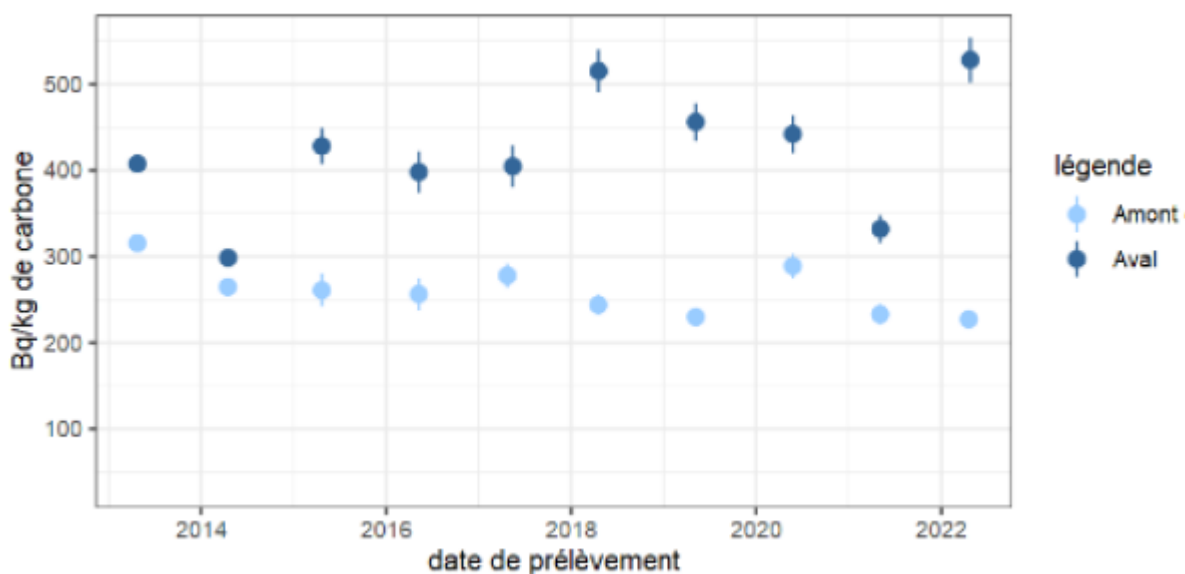


Figure 6 – Variation temporelle des activités du ^{14}C détecté dans les poissons pêchés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil de 2013 à 2022

3.2.2.3. Nickel 63 et Fer 55

Les résultats d'analyse des activités en ^{63}Ni et ^{55}Fe dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban- Saint-Maurice-l'Exil sont présentés respectivement dans le Tableau 25 page 110 et le Tableau 26 page 110.

Les activités en ^{63}Ni mesurées dans les phanérogames immergées sont plus élevées en aval ($1,22\pm 0,18 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) qu'en amont du site ($0,11\pm 0,06 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$). Les résultats obtenus pour le ^{63}Ni , encore peu nombreux, ne permettent pas de définir la variabilité des activités dans les phanérogames et, le cas échéant, de se prononcer sur un éventuel marquage par les rejets d'effluents du site.

Les activités en ^{55}Fe mesurées dans les phanérogames immergées sont inférieures au seuil de décision, aussi bien en amont qu'en aval du CNPE. La technique de mesure du ^{55}Fe fournit pour ces échantillons des limites de détection trop élevées pour affiner le diagnostic.

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

En 2022, la radioactivité d'origine naturelle reste qualitativement et quantitativement équivalente à celle observée avant la mise en service industrielle du CNPE. Le ^{40}K est le radionucléide d'origine naturelle prépondérant dans tous les échantillons.

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 dans les salades, le lierre et le lait de vache ainsi que l'activité en tritium organiquement lié dans le lait de vache sont proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local. Il en est de même pour les activités en ^{14}C mesurées dans le lait de vache et les salades. En revanche, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les salades et le lierre prélevés sous les vents dominants témoignent d'un marquage du milieu terrestre par les rejets d'effluents tritiés à l'atmosphère.

Dans le domaine aquatique, l'activité en ^{131}I mesurée dans les phanérogames immergées provient très probablement des services de médecine nucléaire implantés en amont même si une contribution du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil ne peut être exclue. Les activités mesurées en aval du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil en tritium libre, en tritium organiquement lié et en ^{14}C dans les phanérogames immergées ainsi qu'en tritium organiquement lié et en ^{14}C dans les poissons témoignent du marquage du milieu aquatique par les rejets d'effluents liquides de ce CNPE. Ce marquage est également mis en évidence par la détection de ^{60}Co et d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ en aval du site. L'activité en tritium organiquement lié mesurée dans les phanérogames prélevées en amont du site montre que ce marquage s'ajoute à celui lié aux rejets d'effluents liquides des installations situées en amont (site en démantèlement de Creys-Malville et CNPE de Bugey) et rejets liés à l'industrie horlogère implantée par le passé dans le Haut-Rhône. Enfin, la connaissance des niveaux de référence en ^{63}Ni en milieu

aquatique ne permet pas de se prononcer quant à l'origine du marquage de l'environnement aquatique du site.

Tableau 3 – 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 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015	2016		2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm	
Chronique	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)														
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹³⁷ Cs	9,20 (1/1)	37,2 (1/1)	8,60 (1/1)	34,9 (1/1)	30,2 (1/1)	9,55-28,8 (3/3)	7,15-8,6 (2/2)	34,1 (1/1)	27,4 (1/1)	27,4 (1/1)	23,6 (1/1)	18,1 (1/1)	19,0 (1/1)	15,3 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
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. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

Tableau 4– 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 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018	2019	2021	2022
Fraction	Entier		Entier		Entier		Entier		Entier		Entier	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes
Chronique	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)
Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)														
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	89,2 (1/1)	4,74 (1/1)	112,2 (1/1)	5,12 (1/1)	3,46 (1/1)	2,21 (1/1)	2,82 (1/1)	4,32 (1/1)	2,70 (1/1)	4,23 (1/1)	5,13 (1/1)	3,9 (1/1)	1,75 (1/1)	1,6 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d’eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d’eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C, autres : Bq.kg ⁻¹ sec)														
⁵⁹ 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.
⁶³ Ij	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.
Emetteurs alpha (Bq.kg ⁻¹ sec)														
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0586 (1/1)	0,0435 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
²³⁸ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,00156 (1/1)	0,00111 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
²⁴¹ Am	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0256 (1/1)	0,0174 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 5– Activités en radionucléides émetteurs β 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 2022

Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fraction	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles
Chronique	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)								
¹³⁴ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
¹³⁷ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,377 (1/1)	-	n.a.	0,163 (1/1)
⁵⁸ Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
⁶⁰ Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
^{110m} Ag	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
⁵⁴ Mn	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
¹²⁴ Sb	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
¹²⁵ Sb	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	-
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.
Emetteurs beta (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ C)								
³ H libre	2,7 (1/1)	1 (1/1)	2,2 (1/1)	2,8 (1/1)	2,18 (1/1)	2,3 (1/1)	2,5 (1/1)	2,7 (1/1)
³ H lié	n.a.	1,9 (1/1)	2,6 (1/1)	2,9 (1/1)	2,90 (1/1)	4,6 (1/1)	3 (1/1)	2,6 (1/1)
¹⁴ C	242-246 (4/4)	229,8 (1/1)	238,5-251 (5/5)	241-253 (4/4)	241,9-266 (5/5)	235-251 (4/4)	239-241 (4/4)	229-239 (4/4)

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

Tableau 6 – 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 2013 à 2022

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Feuilles	Feuilles	Parties aériennes	Feuilles	Feuilles	Feuilles	Feuilles	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	
Chronique	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹³⁷ Cs	0,430 (1/1)	0,72 (1/1)	0,93 (1/1)	0,254 (1/1)	0,293 (1/1)	-	0,62 (1/1)	0,197 (1/1)	-	0,250 (1/1)	0,12 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Emetteurs beta (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ C)											
³ H libre	n.a.	n.a.	1,80 (1/1)	n.a.	1,30 (1/1)	1,44 (1/1)	1,58 (1/1)	1,40 (1/1)	-	1,5 (1/1)	1,4 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	1,6 (1/1)	n.a.	2,23 (1/1)	1,40 (1/1)	2,5 (1/1)	-	1,80 (1/1)	-	3 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	234 (1/1)	n.a.	238,4 (1/1)	232 (1/1)	230 (1/1)	232 (1/1)	230 (1/1)	227 (1/1)	226 (1/1)

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

Tableau 7 – 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 2013 à 2022

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fraction	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier
Chronique	Saint-alban - zone sous les vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone sous les vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)
Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.L⁻¹)										
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
¹³⁷ Cs	0,0215 (1/1)	0,0225 (1/1)	0,0397 (1/1)	0,015-0,0272 (2/2)	0,0157 (1/1)	0,0183 (1/1)	0,0235 (1/1)	n.a.	0,0145 (1/1)	0,0185 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Emetteurs beta (³H libre : Bq.L⁻¹ d’eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d’eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ C, autres : Bq.L⁻¹)										
³ H libre	1,10 (1/1)	1,20 (1/1)	1,00 (1/1)	1,20-2,00 (2/2)	1,25 (1/1)	0,95 (1/1)	1,00 (1/1)	1,00 (1/1)	0,9 (1/1)	1,3 (1/1)
³ H lié	1,20 (1/1)	2,30 (1/1)	1,60 (1/1)	2,00 (1/1)	1,45 (1/1)	0,85 (1/1)	3,10 (1/1)	n.a.	1,1 (1/1)	1,9 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	221-230 (4/4)	225-235 (5/5)	226-232 (4/4)	230 (1/1)	230 (1/1)	227 (1/1)	229 (1/1)	225 (1/1)
⁹⁰ Sr	n.a.	n.a.	0,0668 (1/1)	0,075-0,0751 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 8 – Activités en radionucléides émetteurs β des échantillons d'eau (boisson, irrigation et cours d'eau) collectés dans l'environnement du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2013 à 2022

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022		
Fraction	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm	Filtrat à 0,2 μm		
Chronique	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.L ⁻¹)											
¹³⁴ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁸ Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁶⁰ Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^{110m} Ag	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁴ Mn	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹²⁴ Sb	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹²⁵ Sb	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C)											
³ H libre	1,00 (1/1)	1,20 (1/1)	1,10 (1/1)	1,50 (1/1)	1,3-1,5 (2/2)	1,58 (1/1)	1,62 (1/2)	0,9-1,80 (2/2)	n.a.	0,9-1,30 (2/2)	0,7 (1/2)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	221,4 (1/1)	232,7 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	199,7 (1/1)	216,3 (1/1)	n.a.

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

Tableau 9 – 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 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm	
Chronique	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban
Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)																				
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	9,40 (1/1)	8,50-9,90 (2/2)	9,40 (1/1)	11,9-12,0 (2/2)	9,80 (1/1)	11,4-11,5 (2/2)	7,70 (1/1)	8,64-9,81 (2/2)	9,52 (1/1)	8,16-10,84 (2/2)	26,9 (1/1)	6,88-8,87 (2/2)	9,10 (1/1)	7,50-9,30 (2/2)	7,70 (1/1)	7,60 (1/1)	8,30 (1/1)	5,75-8,50 (2/2)	7,6 (1/1)	5,63-5,66 (2/2)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	0,41 (1/2)	-	-	-	0,27 (1/2)	0,33 (1/1)	0,41-0,46 (2/2)	-	0,20 (1/2)	-	-	0,26 (1/1)	0,51-0,60 (2/2)	-	0,31 (1/1)	0,51 (1/1)	0,240-0,290 (2/2)	-	0,17 (1/2)
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,47 (1/1)	1,94 (1/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Suite page suivante

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		
Fraction	Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		Diamètre inférieur à 2 mm		
Chronique	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C, autres : Bq.kg ⁻¹ sec)																					
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,00 (1/1)	17,2 (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.	
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	440 (1/1)	20,1-320 (6/6)	146 (1/1)	139-194 (2/2)	270 (1/1)	42-43 (2/2)	170-190 (2/2)	14,9-151 (10/10)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	64,8 (1/1)	424 (1/1)	n.a.	n.a.
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	211,2 (1/1)	216,0-216,9 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	208,8 (1/1)	220,2 (1/1)	n.a.	n.a.
⁶³ Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,38 (1/1)	0,18-0,185 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,20 (1/1)	0,65 (1/1)	n.a.	n.a.
Emetteurs alpha (Bq.kg ⁻¹ sec)																					
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,1324 (1/1)	0,1357-0,1456 (2/2)	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.
²³⁸ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,00376 (1/1)	0,00380-0,0049 (2/2)	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.
²⁴¹ Am	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0582 (1/1)	0,0592-0,0688 (2/2)	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

Tableau10 – 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 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2021		2022	
Fraction	Entier		Entier		Entier		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes	
Chronique	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)																		
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	5,49 (1/1)	1,77-3,80 (2/2)	4,33 (1/1)	2,63-4,56 (2/2)	6,27 (1/1)	2,17-4,32 (2/2)	1,55 (1/1)	2,72-3,02 (2/2)	3,63 (1/1)	1,57 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁸ Co	-	0,63 (1/2)	0,59 (1/1)	0,53-1,23 (2/2)	-	0,64-1,28 (2/2)	-	0,68-0,69 (2/2)	-	0,33 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁶⁰ Co	-	0,31 (1/2)	0,62 (1/1)	0,42-0,69 (2/2)	-	0,37-0,86 (2/2)	-	0,39 (1/2)	1,44 (1/1)	0,29 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^{110m} Ag	-	-	-	0,38 (1/2)	0,94 (1/1)	0,35-0,41 (2/2)	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³¹ I(1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	9,0 (1/1)	12,7 (1/1)	29 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C, autres : Bq.kg ⁻¹ sec)																		
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,20 (1/1)	5,50 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,80 (1/1)	12,3 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	222,6 (1/1)	246,5 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁹ 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.
⁶³ Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	0,148 (1/1)	0,430 (1/1)	0,550 (1/1)	0,47 (1/1)	0,410 (1/1)	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 11– Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de végétaux (phanérogames immergées) collectés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Entier		Entier		Entier		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes	
Chronique	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)																				
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	1,05 (1/2)	0,86- 0,90 (2/3)	1,37- 3,39 (2/2)	1,31- 3,17 (3/3)	0,83 (1/2)	1,06- 4,0 (3/3)	0,72- 1,44 (3/3)	0,55- 2,46 (5/5)	3,05- 3,42 (2/2)	1,25- 1,75 (3/3)	1,48 (1/2)	0,77- 0,85 (2/3)	1,10 (1/2)	0,63- 2,23 (3/3)	0,75 (1/1)	0,48 (1/1)	0,480- 0,95 (2/2)	0,50- 0,610 (2/3)	0,41 (1/2)	0,34- 0,47 (2/3)
⁵⁸ Co	-	-	-	0,58 (1/2)	-	1,30- 1,76 (2/3)	0,34 (1/2)	0,44 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	0,53 (1/1)	0,81 (1/2)	0,480- 1,55 (3/3)	-	-
⁶⁰ Co	-	0,27 (1/2)	-	0,31- 0,99 (2/3)	-	0,51 (1/2)	-	-	0,187 (1/2)	-	-	-	-	0,28 (1/2)	-	-	-	0,250- 0,34 (2/3)	-	0,54 (1/3)
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	0,63 (1/2)	-	-	0,26 (1/2)	0,263 (1/2)	-	-	-	0,41 (1/2)	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	0,21 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I ⁽¹⁾	5,0 (1/1)	24,9 (1/1)	2,21 (1/1)	3,43 (1/1)	12,8 (1/1)	18,1 (1/1)	14,8 (1/1)	5,9-12,0 (2/2)	7,66 (1/1)	8,9 (1/1)	7,9 (1/1)	14,0 (1/1)	9,5 (1/1)	10,4 (1/1)	n.a.	n.a.	9,4 (1/1)	7,2 (1/1)	9,7 (1/1)	11,0 (1/1)
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C, autres : Bq.kg ⁻¹ sec)																				
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	12,40 (1/1)	9,80 (1/1)	3,90 (1/1)	20,9- 51,5	8,78 (1/1)	21,1 (1/1)	5,3 (1/1)	1,3 (1/1)	2,10 (1/1)	1,10 (1/1)	1,30 (1/1)	2,40 (1/1)	1,1 (1/1)	17,6 (1/1)	1,2 (1/1)	42,4 (1/1)

³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,66 (1/1)	13,7- 31,0 (2/2)	n.a.	n.a.	4,78 (1/1)	12,1 (1/1)	6,60 (1/1)	11,4 (1/1)	n.a.	n.a.	7,6 (1/1)	14,2 (1/1)	5,3 (1/1)	24,8 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	254,1 (1/1)	272,8- 328,3 (2/2)	n.a.	n.a.	216,2 (1/1)	222,3 (1/1)	219,7 (1/1)	303,2 (1/1)	n.a.	n.a.	210,3 (1/1)	361,0 (1/1)	210,7 (1/1)	440,1 (1/1)
⁵⁹ 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.	-	-
⁶³ Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,078 (1/1)	0,355 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,11 (1/1)	1,22 (1/1)
Emetteurs alpha (Bq.kg ⁻¹ sec)																				
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0224 (1/1)	0,0170- 0,0415 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
²³⁸ Pu	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,00070 (1/1)	0,00023- 0,00081 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
²⁴¹ Am	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,00850 (1/1)	0,00648- 0,0148 (2/2)	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 12 – 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 2013 à 2022

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle	
Chronique	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban	Rhône en amont de saint-alban	Rhône en aval de saint-alban
Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ frais)																				
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,0219 (1/1)	0,0373 (1/1)	0,046 (1/1)	0,046 (1/1)	0,0440 (1/1)	0,0386 (1/1)	0,0507 (1/1)	0,0473 (1/1)	0,0470 (1/1)	0,053 (1/1)	0,0441 (1/1)	0,0513 (1/1)	0,0398 (1/1)	0,0400 (1/1)	0,0320 (1/1)	0,0304 (1/1)	0,0305 (1/1)	0,0420 (1/1)	0,0158 (1/1)	0,031 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁴ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹²⁵ Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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.
Emetteurs beta (³ H libre : Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ C, autres : Bq.kg ⁻¹ frais)																				
³ H libre	1,30 (1/1)	1,00 (1/1)	0,70 (1/1)	1,00 (1/1)	3,40 (1/1)	4,50 (1/1)	3,30 (1/1)	1,30 (1/1)	2,23 (1/1)	1,69 (1/1)	-	-	1,60 (1/1)	9,30 (1/1)	0,80 (1/1)	1,70 (1/1)	3,90 (1/1)	1,70 (1/1)	0,7 (1/1)	2,2 (1/1)
³ H lié	6,0 (1/1)	10,8 (1/1)	5,20 (1/1)	5,40 (1/1)	4,70 (1/1)	10,20 (1/1)	5,10 (1/1)	6,50 (1/1)	5,46 (1/1)	5,99 (1/1)	3,50 (1/1)	7,59 (1/1)	3,40 (1/1)	9,80 (1/1)	4,90 (1/1)	6,70 (1/1)	4,00 (1/1)	5,20 (1/1)	3,4 (1/1)	10 (1/1)
¹⁴ C	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)	230 (1/1)	456 (1/1)	289 (1/1)	442 (1/1)	233 (1/1)	332 (1/1)	221 (1/1)	528 (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.
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. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision.

Tableau 13 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques de l'échantillon des sols récoltés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique en 2022.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
Saint-Pierre-de-Boeuf	31/03/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Tamisé < 2000 µm	Sec	sec	Matière organique	5,90
							Argiles (<2µm)	10,5
							Limons Fins	12,3
							Limons Grossiers	7,6
							Sables Fins	11,2
Sables grossiers	58,4							

Tableau 14 – 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 2022

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th	Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Pierre-de-Boeuf	31/03/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	Sec	1,17	26/04/2022	910±70	60±7	51,9±3,8	36±15	80±24	≤ 2,0	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	30/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	22,24	16/09/2022	2 240±180	1,17±0,32	≤ 1,3	≤ 17	15,9±2	258±21	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	27/04/2022	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	Cendre	-	19/08/2022	537±41	3,55±0,4	≤ 0,33	≤ 4,1	18±2,4	52,1±4,2	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	31/03/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>	Entier	Frais	5,38	06/04/2022	273±27	≤ 3,8	≤ 7,0	≤ 100	268±29	268±19	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	27/04/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	-	19/08/2022	49,7±3,7	≤ 0,012	≤ 0,029	≤ 0,40	≤ 0,036	≤ 0,060	Bq.L ⁻¹

Tableau 15 – 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 2022

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³¹ I*	Unité
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Pierre-de-Bozouf	31/03/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	1,17	26/04/2022	$\leq 0,19$	15,3 \pm 1	$\leq 0,23$	$\leq 0,22$	$\leq 0,24$	$\leq 0,24$	$\leq 0,23$	$\leq 0,50$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	30/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	22,24	16/09/2022	$\leq 0,11$	0,12 \pm 0,06	$\leq 0,25$	$\leq 0,16$	$\leq 0,16$	$\leq 0,13$	$\leq 0,22$	$\leq 0,26$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	27/04/2022	Végétaux terrestres non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	Cendre	-	19/08/2022	$\leq 0,028$	0,147 \pm 0,018	$\leq 0,090$	$\leq 0,040$	$\leq 0,044$	$\leq 0,038$	$\leq 0,080$	$\leq 0,070$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	31/03/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i>	Entier	Frais	5,38	06/04/2022	$\leq 0,60$	1,6 \pm 0,5	$\leq 0,70$	$\leq 0,80$	$\leq 0,80$	$\leq 0,70$	$\leq 0,60$	$\leq 1,7$	$\leq 0,9$	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	27/04/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	-	19/08/2022	$\leq 0,0025$	0,0185 \pm 0,002	$\leq 0,0080$	$\leq 0,0040$	$\leq 0,0040$	$\leq 0,0033$	$\leq 0,0080$	$\leq 0,0060$	n.a.	Bq.L ⁻¹

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

Tableau 16 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	30/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Eau extraite par lyophilisation	18,56	28/09/2022	1,4 \pm 0,7	1,32 \pm 0,66	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	30/06/2022	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Eau extraite par lyophilisation	3,43	28/09/2022	2,7 \pm 0,8	1,91 \pm 0,57	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	27/04/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Eau extraite par lyophilisation	7,53	14/07/2022	1,3 \pm 0,7	1,13 \pm 0,61	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 17 – Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	30/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	18,56	28/05/2023	3,0±0,9	0,084±0,025	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-alban - zone sous les vents (<5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	30/06/2022	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	3,43	28/05/2023	4,0±0,9	0,68±0,16	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	27/04/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Résidu sec obtenu après lyophilisation	7,53	21/09/2022	1,9±0,7	0,180±0,067	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 18 – Activités en ¹⁴C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Saint-alban - zone sous les vents (>5 km)	Limony	30/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	18,56	17/07/2023	226±11	-29,42	100,9±4,9	4,71±0,23	21	Frais
Saint-alban - zone hors vents dominants (>5 km)	Pélussin	27/04/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Résidu sec obtenu après lyophilisation	7,53	18/06/2023	225±11	-29,02	100,4±4,9	14,83±0,72	66	Liquide

Tableau 19 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques des échantillons de sédiments récoltés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique en 2022.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
Ampuis	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	4,49
							Argiles (<2µm)	19,1
							Limons Fins	22,8
							Limons Grossiers	23,1
							Sables Fins	23,6
							Sables Grossiers	11,4
Saint-Pierre-de-Boeuf	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	4,43
							Argiles (<2µm)	23,0
							Limons Fins	24,3
							Limons Grossiers	23,6
							Sables Fins	27,9
							Sables Grossiers	1,2
Sablons	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	4,12
							Argiles (<2µm)	20,8
							Limons Fins	31,2
							Limons Grossiers	27,3
							Sables Fins	20,0
							Sables Grossiers	0,7

Tableau 20 – 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 2022

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th		Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb			
Rhône en amont de saint-alban	Ampuis	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,33	22/04/2022	441 \pm 30	41,1 \pm 4,4	42 \pm 6	21 \pm 11	96 \pm 18	19,8 \pm 1,7	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Pierre-de-Boeuf	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,22	25/04/2022	446 \pm 29	44 \pm 4,7	46 \pm 6	52 \pm 11	102 \pm 19	32,3 \pm 2,7	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en aval de saint-alban	Sablons	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,18	22/04/2022	480 \pm 31	43,3 \pm 4,6	50 \pm 6	40 \pm 11	106 \pm 19	20,6 \pm 1,7	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Frais	8,70	12/07/2022	476 \pm 39	11,2 \pm 2,7	15,7 \pm 4,4	\leq 70	17,4 \pm 5,2	157 \pm 14	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Cendre	12,14	15/11/2022	527 \pm 41	15,6 \pm 1,8	14,9 \pm 1,6	\leq 16	18,8 \pm 2,6	131 \pm 12	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Frais	8,42	12/07/2022	480 \pm 42	16,2 \pm 4,0	13,5 \pm 5,1	\leq 100	21,0 \pm 5,1	120 \pm 11	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	10,72	19/09/2022	610 \pm 48	12 \pm 1,6	12,2 \pm 1,6	\leq 26	13,9 \pm 1,9	125 \pm 11	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en aval de saint-alban	Sablons	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	14,03	22/11/2022	587 \pm 46	10,6 \pm 1,3	15 \pm 1,4	\leq 19	19 \pm 2	115 \pm 9	Bq.kg ⁻¹ sec	
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Ambellan	28/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	3,38	04/08/2022	105 \pm 8	\leq 0,041	\leq 0,10	\leq 1,3	\leq 0,12	\leq 0,17	Bq.kg ⁻¹ frais	
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Rambert-d'Albon	26/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	4,96	12/08/2022	105 \pm 8	\leq 0,042	\leq 0,090	\leq 1,3	\leq 0,11	\leq 0,21	Bq.kg ⁻¹ frais	

Tableau 21 – 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 2022

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³¹ I*	Unité
Rhône en amont d saint-alban	Ampuis	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,33 22/04/2022	$\leq 0,16$	7,6 \pm 0,5	$\leq 0,18$	$\leq 0,19$	$\leq 0,20$	$\leq 0,20$	$\leq 0,19$	$\leq 0,45$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Pierre-de-Boeuf	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,22 25/04/2022	$\leq 0,15$	5,66 \pm 0,46	$\leq 0,18$	$\leq 0,17$	0,17 \pm 0,1	$\leq 0,18$	$\leq 0,18$	$\leq 0,45$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Sablons	31/03/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage Tamisé < 2000 μ m	Sec	2,18 22/04/2022	$\leq 0,15$	5,63 \pm 0,46	$\leq 0,17$	$\leq 0,18$	$\leq 0,20$	$\leq 0,19$	$\leq 0,18$	$\leq 0,47$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont d saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogame: aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Frais	8,70 12/07/2022	$\leq 0,43$	$\leq 0,61$	$\leq 0,52$	$\leq 0,70$	$\leq 0,61$	$\leq 0,52$	$\leq 0,41$	$\leq 1,2$	9,7 \pm 1,3	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont d saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogame: aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Cendre	12,14 15/11/2022	$\leq 0,13$	0,41 \pm 0,08	$\leq 0,40$	$\leq 0,16$	$\leq 0,22$	$\leq 0,19$	$\leq 0,46$	$\leq 0,33$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogame: aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	aériennes	Frais	8,42 12/07/2022	$\leq 0,84$	$\leq 0,93$	$\leq 0,84$	$\leq 1,2$	$\leq 1,1$	$\leq 0,84$	$\leq 0,84$	$\leq 2,3$	11,0 \pm 1,5	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogame: aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	10,72 19/09/2022	$\leq 0,21$	0,34 \pm 0,12	$\leq 0,60$	0,54 \pm 0,14	$\leq 0,31$	$\leq 0,25$	$\leq 0,40$	$\leq 0,50$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Sablons	06/07/2022	Phanérogame: aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	14,03 22/11/2022	$\leq 0,11$	0,47 \pm 0,08	$\leq 0,42$	$\leq 0,17$	$\leq 0,20$	$\leq 0,14$	$\leq 0,43$	$\leq 0,26$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont d saint-alban	Chonas-l'Amballan	28/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	3,38 04/08/2022	$\leq 0,0080$	0,0158 \pm 0,0048	$\leq 0,023$	$\leq 0,014$	$\leq 0,014$	$\leq 0,011$	$\leq 0,021$	$\leq 0,021$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Rambert-d'Albon	26/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	4,96 12/08/2022	$\leq 0,0090$	0,031 \pm 0,006	$\leq 0,026$	$\leq 0,013$	$\leq 0,014$	$\leq 0,01$	$\leq 0,026$	$\leq 0,021$	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais

n.a. : non analysé.

* Du fait de sa courte période radioactive, I¹³¹ a été analysé sur des échantillons frais.

Tableau 22 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint- Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Rhône en aval de saint-alban	Le Péage-de-Roussillon	30/06/2022	Eaux de boisson	Eau de boisson non identifiée	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	20/09/2022	0,7±0,7	0,7±0,7	Bq.L ⁻¹ d'ECH.
Rhône en aval de saint-alban	Limony	30/06/2022	Eaux douces	Eau d'irrigation	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	20/09/2022	≤ 0,70	≤ 0,70	Bq.L ⁻¹ d'ECH.
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Eau extraite par lyophilisation	8,70	28/09/2022	1,2±0,7	1,06±0,62	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Eau extraite par lyophilisation	8,42	27/09/2022	42,4±4,9	37,4±4,3	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Amballan	28/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Eau extraite par lyophilisation	3,82	14/07/2022	0,7±0,7	0,52±0,52	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Rambert-d'Albon	26/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Eau extraite par lyophilisation	4,77	13/07/2022	2,2±0,8	1,74±0,63	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 23 – Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	8,70	27/10/2022	5,3±1	0,267±0,053	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	8,42	27/10/2022	24,8±3	1,40±0,19	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Amballan	28/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	3,82	18/05/2023	3,4±0,8	0,64±0,15	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Rambert-d'Albon	26/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,77	11/04/2023	10±1,2	1,40±0,18	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 24 – 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 2022

Chronique	Commune	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
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Résidu sec obtenu après lyophilisation	8,70	17/02/2023	210,7±2,4	-20,29	92,4±1,1	8,182±0,093	39	Frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Résidu sec obtenu après lyophilisation	8,42	17/02/2023	440,1±4,8	-21,62	193,4±2,1	18,97±0,21	43	Frais
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Ambellan	28/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	3,82	09/01/2023	221±22	-25,99	98,0±9,8	29,1±2,9	130	Frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Rambert-d'Albon	26/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,77	05/09/2022	528±26	-25,05	234±12	52,6±2,6	100	Frais

Tableau 25 – Activités en ⁶³Ni mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	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
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	12,14	Cendre	09/02/2023	0,11±0,06	0,367	Sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	10,72	Cendre	09/02/2023	1,22±0,18	0,38	Sec

Tableau 26 – Activités en ⁵⁵Fe mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique 2022

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁵⁵ Fe	Unité
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	12,14	11/02/2023	≤ 5,0	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	06/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	Cendre	10,72	10/02/2023	≤ 4,6	Bq.kg ⁻¹ sec

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

