



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

Saint-Alban

2021

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

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Saint-Alban en 2021	3
I. Contexte	3
II. Le CNPE de Saint-Alban	3
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint-Alban	4
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	4
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	4
Partie II - Prélèvements d'eau	6
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	8
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	8
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	8
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	9
Partie III – Restitution et consommation d'eau	11
I. Restitution d'eau	11
II. Consommation d'eau	12
Partie IV - Rejets d'effluents	13
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	14
II. Rejets d'effluents liquides	22
III. Rejets thermiques	36
Partie V - Surveillance de l'environnement	39
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	39
II. Physico-chimie des eaux souterraines	45
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	46
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	49
V. Acoustique environnementale	53
Partie VI - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation	55
Partie VII - Gestion des déchets	59
I. Les déchets radioactifs	59
II. Les déchets non radioactifs	64
ABREVIATIONS	66
ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Saint-Alban Année 2021	67

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Saint-Alban en 2021

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 2021 du CNPE de Saint-Alban en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Saint-Alban

Le CNPE de Saint-Alban emploie 805 salariés d'EDF et 355 salariés d'entreprises extérieures. En période d'arrêt des unités, 600 à 2 000 intervenants supplémentaires viennent renforcer les équipes EDF pour réaliser des activités de maintenance.

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

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

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

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

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

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

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

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2021, 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 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 éco toxicologiques, 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 éco toxicologiques 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 2021.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE9	12/10/21	Non représentativité d'un résultat d'analyse de végétaux du mois de septembre suite à l'utilisation d'un sac non prévu à cet effet.	<ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour documentaire - Contrôle de propreté radiologique des lieux de stockage des sacs - Sensibilisation des agents terrain et du laboratoire
ESE6	01/12/21	Cumul annuel des émissions de fluide frigorigène supérieur à 100 kg sur le CNPE de SAINT ALBAN sur l'année 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation de la fuite - Mise à jour documentaire

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Durant l'année 2021, le CNPE de Saint Alban n'a pas eu d'incidents 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,
- Alimenter les circuits de lutte contre les incendies,
- Alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés.

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

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

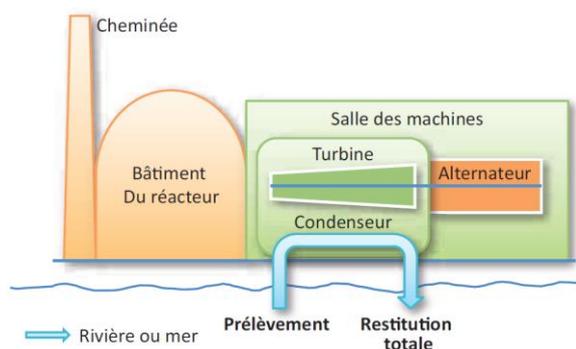


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert ((Source : EDF)

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 très 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 alors plus importants, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le Rhône de l'année 2021.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	345
Février	311
Mars	344
Avril	254
Mai	333
Juin	261
Juillet	345
Août	317
Septembre	287
Octobre	345
Novembre	321
Décembre	344
TOTAL	3807

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le Rhône de l'année 2021.

	Prélèvement d'eau (en milliers de m ³)
Janvier	1 315
Février	1 216
Mars	1 361
Avril	1 102
Mai	1 356
Juin	1 069
Juillet	1 341
Août	2 527
Septembre	1 230
Octobre	1 381
Novembre	1 377
Décembre	1 376
TOTAL	16 651

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

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2021 est de 25.4 milliers de 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 2021

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2019 à 2021 avec la valeur du prévisionnel 2021.

Année	Milieu	Volume (millions de m ³)
2019	Rhône	3801
2020		3621
2021		3819
Prévisionnel 2021		4000

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2021, 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	130.4	128.4	m ³ / s
	Volume journalier	12 000 000	11 555 141	/	m ³
	Volume annuel	4400 000 000	3 817 016 941	/	m ³
Nappe	Débit instantané	75	60	(*)	m ³ / h
	Volume annuel	3000	737.34	/	m ³

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

(*) : Des pompages dans le cadre d'essais (mensuels, trimestriels...) ont été réalisés en 2021. Ces pompages sont réalisés par palier avec différents débits en fonction du type d'essai.

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

L'année 2021 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 2021.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2021 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unité
		Eau de refroidissement	Rejet radioactifs	Rejets industriels	
Restitution mensuelle	Janvier	344 633 655	7000	9075	m ³
	Février	311 186 462	5 600	7690	
	Mars	344 034 907	5 717	6825	
	Avril	254 263 692	9 147	11673	
	Mai	333 183 336	11 211	16838	
	Juin	261 118 058	7 838	9152	
	Juillet	344 710 476	12 633	13429	
	Août	317 129 945	8 599	10259	
	Septembre	287 196 706	11 092	11306	
	Octobre	345 126 746	10 610	12567	
	Novembre	320 757 612	23 262	28335	
	Décembre	343 720 505	16 812	21767	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	3 807			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	99.6			%

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 2021.

	Consommation d'eau (en milliers de m3)
Janvier	1 175
Février	1 278
Mars	1 174
Avril	1 250
Mai	1 035
Juin	988
Juillet	1 128
Août	1 392
Septembre	1 146
Octobre	1 175
Novembre	1 105
Décembre	1 175
TOTAL	14 031

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 1000 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 « non 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 et est très majoritairement issu de l'activation neutronique d'éléments tels que le bore 10 et le lithium 6 présents dans le fluide primaire.
- Le carbone 14 présent dans les rejets des CNPE est produit essentiellement par activation de l'oxygène 17 présent dans l'eau du circuit primaire. Une part plus faible est produite par l'activation de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire.
- Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium.
- Les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) émetteurs β ou γ , correspondent principalement au césium et au cobalt.

a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une

liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90% des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

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

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

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

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

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

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

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

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. »

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 (MBq)	¹³³ I (MBq)	⁵⁸ Co (MBq)	⁶⁰ Co (MBq)	¹³⁴ Cs (MBq)	¹³⁷ Cs (MBq)
Janvier	10.34	0.3013	0.3446	39.55	17.84	2.355	0.8647	0.0503	0.07505	0.0448	0.0492
Février	3.201	0.002409	0.000781	30.90	19.52	1.461	0.9214	0.06383	0.08447	0.06898	0.07141
Mars	4.066	23.96	101.6	38.23	23.30	0.2497	1.481	0.07798	0.09642	0.08438	0.0808
Avril	12.19	2.557	82.60	445.8	18.59	13.6	1.383	0.3098	0.2181	0.08124	0.08055
Mai	5.214	26.86	114	52.27	26.59	0.702	1.698	0.1988	0.0001733	0.08539	0.08941
Juin	4.558	18.80	0.6781	30.21	18.15	0.235	1.490	0.07532	0.1011	0.0788	0.0777
Juillet	4.594	14.31	0.02530	33.34	22.11	0.2298	1.384	0.0866	0.1049	0.09123	0.07983
Août	17.39	0.02053	0.0009814	33.60	24.01	0.2656	2.427	0.09577	0.1155	0.08473	0.08304
Septembre	0.8265	4.644	0.01292	30.65	21.08	0.2291	1.269	0.2595	0.1101	0.07825	0.07479
Octobre	1.771	11	92.94	30.01	20.66	0.2359	1.264	0.0888	0.1115	0.08439	0.08058
Novembre	1.733	0.01352	0.01457	31	20.55	0.2418	1.345	0.08363	0.1117	0.08434	0.07155
Décembre	0.8245	0	79.79	28.6	19.69	0.233	1.319	0.08971	0.1039	0.08372	0.07776
TOTAL ANNUEL	66.708	102.590	472.007	824.16	252.09	20	16.8	1.48	1.23	0.95	0.916

	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	0.413	68.38	46.14	38.98	0.00322	0.00022
Février	0.378	53.62	40.99		0.00238	0.00029
Mars	0.416	191.2	33.89		0.00173	0.00034
Avril	0.409	561.7	63.7	118	0.14	0.00080
Mai	0.443	225	60.27		0.0024	0.00055
Juin	0.409	72.4	84.73		0.0017	0.00033
Juillet	0.438	109.7	93.42	159.7	0.0016	0.00036
Août	0.414	75.03	97.16		0.0027	0.00050
Septembre	0.419	57.22	130.2		0.0015	0.00070
Octobre	0.426	156.4	85.7	58.3	0.0015	0.00055
Novembre	0.409	53.31	76.1		0.0016	0.00035
Décembre	0.397	128.9	65.8		0.0015	0.00035
TOTAL ANNUEL	4.97	1750	878	375	0.0369	0.00535

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 0.01 Bq/m³.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 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
2019	617	1240	514	0.029	0.00691
2020	661.5	1044.7	371.3	0.0176	0.00409
2021	1750	878	375	0.037	0.00535
Prévisionnel 2021	2000	1800	650	0.06	0.009

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 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)	25000	1750	
	Cheminée n°1	Débit instantané (MBq/s)	50	0.198	0.107
	Cheminée n°2	Débit instantané (MBq/s)	50	1.333	0.281
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1400	375	
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4500	878	
	Cheminée n°1	Débit instantané (MBq/s)	5	0.0507	0.0193
	Cheminée n°2	Débit instantané (MBq/s)	5	0.0224	0.0151
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0.8	0.0369	
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	500	0.665	0.419
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	500	10.8	1.62
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0.1	0.00535	
	Cheminée n°1	Débit instantané (Bq/s)	500	0.377	0.130
	Cheminée n°2	Débit instantané (Bq/s)	500	0.455	0.123

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limite 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 2021.

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	7060	0	54.1
Février	5600	0	52.4
Mars	5770	0	84.6
Avril	19800	4940	5020
Mai	16300	640	658
Juin	7850	0	31.7
Juillet	19500	4470	4580
Août	15400	3868	3939
Septembre	26000	19210	19300
Octobre	10900	165	203.2
Novembre	32000	12300	12400
Décembre	16800	0	58.3
TOTAL ANNUEL	183000	45500	46400

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, NO_x) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant

accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.

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

a. Rejets d'oxyde de soufre

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels), de la turbine à combustion (TAC) et diesels d'ultime secours (DUS), au total sur les 2 tranches pour 2021 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	3	6	9

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2021, 68m³ 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	0.0112	0.000254
		Monoxyde de carbone	0.0105	0.000237

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	45.4
Ethanolamine		28

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

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

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	Kg	4.2
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)		170.3
Hexafluorure de soufre (SF6)		50.3
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO ₂		224.8

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 2021, les émissions liées à cette activité représentent 480 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 $3,7 \times 10^{-2}$ gCO₂/kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 19.23 TWh sur l'année 2021.

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

L'année 2021 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 2021.

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

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

Les effluents issus du circuit primaire sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Primaires (TEP). Celui-ci comprend une chaîne de filtration et de déminéralisation, un dégazeur permettant d'envoyer les gaz dissous vers le système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG), et une chaîne d'évaporation permettant de séparer l'effluent traité en un distillat (eau) d'activité volumique faible pouvant être recyclé ou rejeté le cas échéant, et en un concentrat renfermant le bore, qui est généralement recyclé vers le circuit primaire.

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

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

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

Les eaux issues des salles des machines (groupe turbo-alternateur) ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs au sens de la réglementation (article 2.3.3 de la décision n°2017-DC-0588). Ces eaux sont collectées sans traitement préalable

vers des réservoirs dénommés réglementairement Ex où elles sont contrôlées avant d'être rejetées.

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 (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	0.001007	0.001517	0.02113	0.006332	0.001330	0.001329	0.001079	0.005523	0.001042	0.001179
Février	0.0008788	0.0009501	0.009918	0.003925	0.000886	0.0007074	0.0009287	0.002572	0.0009432	0.001008
Mars	0.001583	0.001653	0.007134	0.004167	0.001642	0.001323	0.001654	0.004539	0.001760	0.001918
Avril	0.001611	0.001637	0.003965	0.005393	0.005103	0.001268	0.001679	0.004460	0.001745	0.002045
Mai	0.0009872	0.001031	0.007604	0.005233	0.001314	0.0007434	0.001535	0.002798	0.001058	0.001167
Juin	0.0009663	0.001064	0.004325	0.002176	0.0009881	0.0007315	0.001001	0.002696	0.001047	0.001050
Juillet	0.003207	0.003664	0.008793	0.005430	0.003696	0.002694	0.004758	0.009256	0.003622	0.003618
Août	0.001701	0.001652	0.007649	0.004903	0.004190	0.003463	0.002561	0.004994	0.001914	0.002185
Septembre	0.002709	0.002719	0.02032	0.007899	0.002989	0.005057	0.002932	0.007758	0.002949	0.003071
Octobre	0.001374	0.001415	0.01279	0.003729	0.001448	0.001747	0.004806	0.004044	0.001679	0.001583
Novembre	0.001517	0.001515	0.005721	0.002045	0.001498	0.001924	0.001577	0.004381	0.001703	0.001679
Décembre	0.001069	0.001054	0.004288	0.002199	0.001033	0.001260	0.001120	0.003066	0.001173	0.001171
TOTAL ANNUEL	0.0186	0.0119	0.113	0.0534	0.0261	0.0222	0.0256	0.0560	0.0206	0.0216

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	7000	4464	1.274	0.001	0.04046
Février	5600	4359	2.499	0.00088	0.02184
Mars	5720	7299	5.374	0.0016	0.02579
Avril	9150	3419	3.568	0.0016	0.02730
Mai	11200	1289	1.072	0.00099	0.02248
Juin	7840	2523	0.903	0.00097	0.01508
Juillet	12600	9292	2.934	0.0032	0.04553
Août	8600	3822	2.963	0.0017	0.03351
Septembre	11100	4722	4.560	0.0027	0.05569
Octobre	10600	3048	0.969	0.0014	0.03324
Novembre	23300	6667	1.616	0.0015	0.02204
Décembre	16800	4942	1.232	0.0011	0.01636
TOTAL ANNUEL	130000	55846	29.0	0.0186	0.359

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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 pour les tranches en fonctionnement.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2019	62 100	20.3	11	332
2020	48 573	18.7	11.6	415
2021	55846	29	19	359
Prévisionnel 2021	65000	25	15	600

Commentaires : Seuls les rejets radioactifs du Carbone 14 et Iodes liquides ne sont pas cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021.

Concernant le Carbone 14, trois paramètres expliquent le dépassement :

- Nombre d'arrêt de tranche fortuit plus important (3 en 2021)
- Le volume de TEP distillats rejetés vers KER en 2021 plus important que les années précédentes
- La fluctuation de la production de Carbone 14 liquide dans les circuits en fonction du cycle

Concernant les Iodes le dépassement s'explique par le passage de la norme GTN5 à ISO 11929 entraînant une évolution du calcul des seuils dans le logiciel de traitement des spectrométries gamma. Nous prévoyons une augmentation du prévisionnel en Iodes liquide pour 2022 pour prendre en compte cette modification. Il n'y a pas eu de rejet d'Iode en 2021 (toutes les valeurs sont seuillées).

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2014-DC-0469 pour les tranches en fonctionnement.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80000	55846
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	29
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0.1	0.019
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	10	0.359

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 (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 2021 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 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	0.13 Bq/L	0.20 Bq/L	2 Bq/L	(*)	(*)	(*)
	Tritium	35.4 Bq/L	92.6 Bq/L	280 Bq/L	<7.8 Bq/L	51.2 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	2.1 mg/L	2.7 mg/L	(*)	(*)	(*)	(*)
Matières en suspension	Activité bêta globale	0.020 Bq/L	0.075 Bq/L	(*)	(*)	(*)	(*)

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

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

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2021 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 peuvent entraîner des rejets de cuivre et de zinc.

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

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

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.

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 » (réservoir T, S, Ex, Eaux pluviales (SEO))

i. Cumul mensuel

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

	Acide borique (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote total (ammonium, nitrates, nitrites) (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (Cuivre, zinc, manganèse, nickel, plomb, chrome, fer, aluminium) (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	575	1.264	0.0558	11.6	245	84.06	0.91	2.320	22
Février	39	1.076	0.0651	4	226.4	57.46	1.4	/	17
Mars	363.4	0.9459	0.02246	5.608	196.8	55.82	1.01	/	17.2
Avril	165.3	4.018	0.1313	5.333	208.6	72.28	1.41	2.873	27.4
Mai	221.7	0.8743	0.1131	9.088	128.3	67.19	1.44	/	43.5
Juin	30.52	1.638	0.06449	5.157	250.2	67.95	1.27	/	23.5
Juillet	420.5	1.631	0.07669	17.7	210.9	57.31	2.71	3.149	37.9
Août	614	1.491	0.1003	8.168	224.9	62.28	1.06	/	25.8
Septembre	570.7	1.676	0.08654	30.92	118.9	28.64	4.08	/	74.3
Octobre	414.5	1.875	0.1278	17.29	184.2	17.72	1.46	4.622	31.8
Novembre	530.4	2.693	0.1816	8.553	219.5	17.73	1.7	/	69.77
Décembre	354.7	3.237	0.106	5.651	229.9	15.13	1.37	/	50.43
TOTAL ANNUEL	4299.22	22.41	1.13	129.06	2443.6	603.57	19.82	12.96	440.6

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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
Acide borique	kg	5310	5516.8	4300.22	7000
Hydrazine	kg	0.925	0.469	1.13	1.2
Ethanolamine	kg	14.5	12.72	22.41	50
Détergents	kg	75.1	159.2	129.06	200
Azote	kg	1930	1859	2443.6	5000
Phosphates	kg	440	612.1	603.57	700
Métaux totaux	kg	26	17.11	19.82	30
MES	kg	40.8	13.13	12.96	/
DCO	kg	112	358	440.6	/

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 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 (mg/l)	Valeur maximale calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	0.574	0.12	1500	339	300	83	14000	4300
Ethanolamine	0.038	0.0017	9.5	1.89	/	0.26	350	22.4
Hydrazine	0.002	0.000043	1.5	0.048	/	0.029	17	1.13
Détergents	0.306	0.0029	200	7.5	160	2.1	3000	129
Azote total	0.08	0.065	55	49	/	35	6900	2440
Phosphates	0.191	0.016	150	16	100	12	1600	604
Métaux totaux	0.005	0.00036	/	0.35	/	0.25	70	18.5
MES	0.061	0.0038	80	3.92	/	2.8	/	13.0
DCO	0.255	0.0045	150	10.4	/	3.1	/	17.1

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 2021.

i. Cumul mensuel

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

	Chlorures	Sodium
Janvier	2100	1000
Février	1400	750
Mars	1591	974.5
Avril	2249	1139
Mai	4619	2328
Juin	1166	553.6
Juillet	3836	2114
Août	2321	1012
Septembre	2265	1018
Octobre	2479	1289
Novembre	5434	3180
Décembre	3963	2269
TOTAL ANNUEL	33423	17627

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées à la station de déminéralisation sont réglementées par la décision n°2014-DC-0470.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021.

Paramètres	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
Chlorures	kg	12000	15480	33423	40000
Sodium	kg	23000	24300	17627	20000

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs à la station de déminéralisation du CNPE.

Paramètres	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux 2h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlorures	0.235	0.179	1050	551	125	122	/	33400
Sodium	0.163	0.098	770	329	85	76	/	17700

e. Rejets d'effluents liquides chimiques via la STEP

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées à la STEP du CNPE de Saint-Alban pour l'année 2021.

i. Cumul mensuel

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

	DCO	DBO5	MES	Phosphore total	Azote global
Janvier	96	14	17	1.28	22.48
Février	/	/	/	/	/
Mars	5.242	0.819	0.8918	2.80	15.37
Avril	/	/	/	/	/
Mai	75.51	8.48	11.6	1.13	9.33
Juin	/	/	/	/	/
Juillet	68.82	4.78	3.19	22	17.84
Août	/	/	/	/	/
Septembre	1.122	0.0735	0.1127	14.57	25.27
Octobre	/	/	/	/	/
Novembre	1.168	0.198	0.066	9.94	48.05
Décembre	2	15	2	7.6	23.45
TOTAL ANNUEL	249.86	43.35	32.86	59.32	161.79

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021.

Paramètres	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
DCO	Kg	340	466	249.86	/
DBO5	kg	33	105.1	43.35	/
MES	kg	110	145	32.86	/
Phosphore total	Kg	44	51.5	59.32	65
Azote global	kg	100	107	161.79	250

Commentaires : Les valeurs de rejets d'effluent liquide de la STEP respectent les valeurs du prévisionnel de 2021.

Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2014-DC-0470.

Paramètres	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Valeur moyenne calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
DCO	120	58	27	64	5.3	/	2.4	/	532
DBO5	25	9	4.6	13	0.82	/	0.38	/	82
MES	30	9.8	3.9	18	0.89	/	0.41	/	71
Phosphore total	/	6.9	2.9	5	0.25	/	0.25	/	62
Azote global	/	15	9.0	5	1.2	/	0.63	/	194

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

L'année 2021 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 2021.

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 3°C environ. La source froide, nécessaire au fonctionnement, peut être apportée :

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

Lorsque le CNPE est situé sur un cours d'eau à grand débit, en bord de mer ou sur un estuaire, l'eau prélevée à l'aide de pompes de circulation passe dans les nombreux

tubes du condenseur où elle s'échauffe avant d'être restituée intégralement au milieu aquatique.

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

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 2021 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température amont ($^{\circ}\text{C}$)			Echauffement amont-aval calculé ($^{\circ}\text{C}$)			Température aval après mélange ($^{\circ}\text{C}$)		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	7.19	4.76	5.84	2.05	0.33	0.81	7.52	5.68	6.65
Février	9.35	4.65	7.63	1.32	0.30	0.68	10.53	5.14	8.29
Mars	12.48	8.42	9.83	1.78	0.83	1.31	13.73	9.55	11.14
Avril	17.06	12.26	13.74	2	0.81	1.4	18.63	13.57	15.15
Mai	16.95	12.74	14.13	1.38	0.31	0.67	18.33	13.24	14.79
Juin	23.32	17.50	20.63	1.27	0.81	1.02	24.44	18.71	21.65
Juillet	22.59	15.63	19.96	1.14	0.22	0.62	23.45	15.94	20.58
Août	23.15	18.73	21.24	1.91	0.61	1.24	24.80	19.54	22.48
Septembre	23.45	20.49	21.89	2.84	0.98	1.60	24.98	21.84	23.49
Octobre	20.38	15.27	16.29	3.91	0.91	2.97	24.07	17.42	19.26
Novembre	15.5	9.27	11.49	3.63	0.53	2.13	16.49	11.16	13.61
Décembre	8.99	6.57	7.35	2.21	0.21	1.04	11.20	7.55	8.39

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article EDF-SAL-105 de la décision ASN n° 2014-DC-0469.

Paramètres	Unité	Période	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	°C	Du 1 ^{er} Octobre au 15 Mai	4	3.91
		Du 16 Mai au 30 Septembre	3	2.84
Température aval après mélange	°C	Du 1 ^{er} Octobre au 15 Mai	26	24.07
		Du 16 Mai au 30 Septembre	28	24.98

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 2021.

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

L'année 2021 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 programmés ou inopinés de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

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

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

Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également 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.

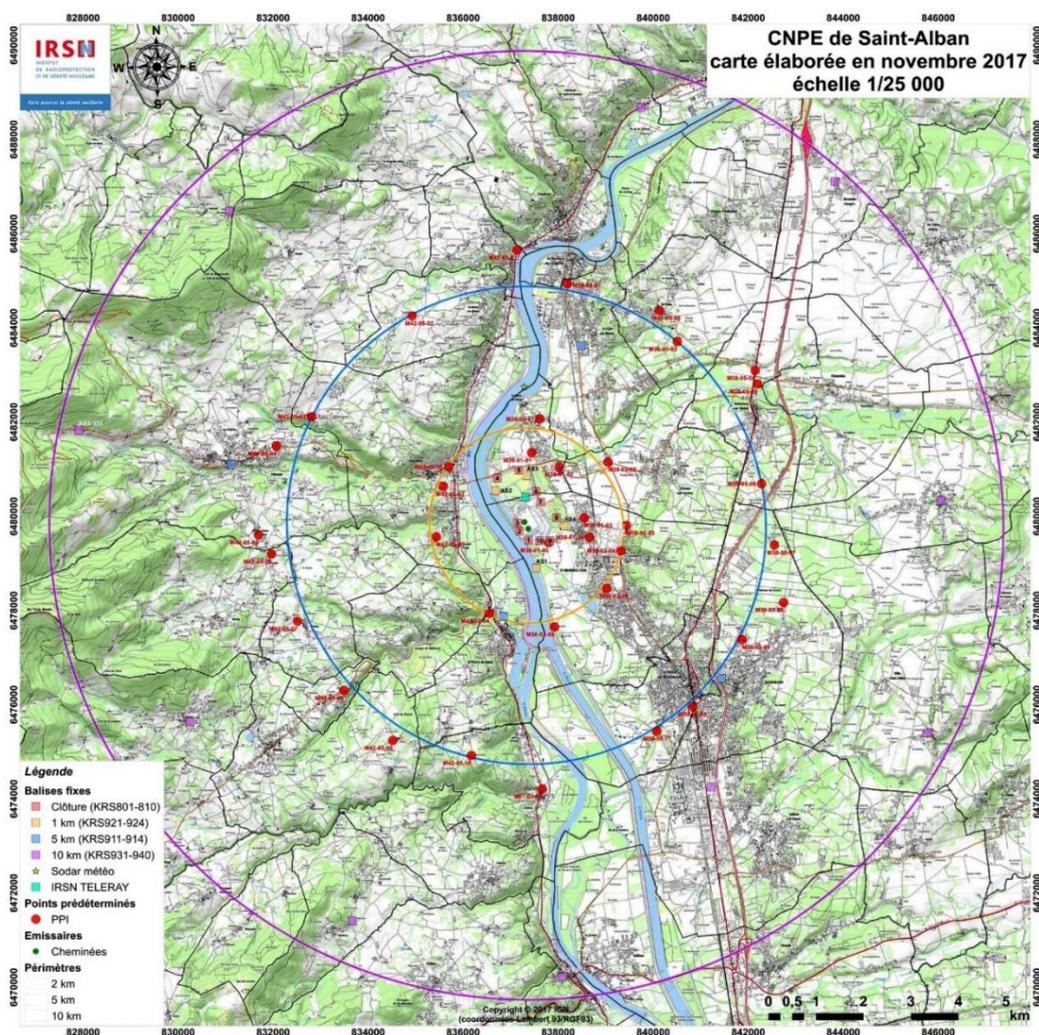
En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, 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 radiométriques (clôture, à 1m, à 5m et à 10m) 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 2021 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose max année 2021 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2019 (nSv/h)
Clôture	101	132	99.6	101
1 km	91.7	103	91.2	88.3
5 km	134	220	137	124
10 km	136	214	136	134

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2021 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérentes avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1km autour du CNPE. Des analyses journalières de 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 2021 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussière atmosphérique	Bêta globale	0.68 mBq/m ³	2.21 mBq/m ³	10 mBq/m ³	
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	< 0.0121 mBq/Nm ³	< 0.023 mBq/Nm ³	(*)
		⁶⁰ Co	< 0.00792 mBq/Nm ³	< 0.014 mBq/Nm ³	(*)
		¹³⁴ Cs	< 0.008 mBq/Nm ³	< 0.012 mBq/Nm ³	(*)
		¹³⁷ Cs	< 0.00729 mBq/Nm ³	< 0.0099 mBq/Nm ³	(*)
		⁴⁰ K	< 0.2 mBq/Nm ³	< 0.33 mBq/Nm ³	(*)
Tritium atmosphérique		< 0.16 Bq/m ³	< 0.205 Bq/m ³	50 Bq/m ³	
Eau de pluie	Bêta globale	< 0.15 Bq/L	0.44 Bq/L	(*)	
	Tritium	< 4.7 Bq/L	6.9 Bq/L	(*)	

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

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2021 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 2021 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0.34	< 0.46
	⁶⁰ Co		< 0.32	< 0.45
	¹³⁴ Cs		< 0.30	< 0.45
	¹³⁷ Cs		< 0.91	4.0
	⁴⁰ K		663	1180
Lait (Bq/L)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 0.38	< 0.51
	⁶⁰ Co		< 0.40	< 0.43
	¹³⁴ Cs		< 0.39	< 0.41
	¹³⁷ Cs		< 0.39	< 0.41
	⁴⁰ K		55	64

Commentaires :

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2021 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 2021 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	9.9
Bêta global	Bq/L	0.23

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	-	7.9
Conductivité	μS / cm	1120
Hydrocarbures totaux	mg/l	Inférieur à 0.1
DBO5		1.7
DCO		1060
MES		69
NTK		14.4
Arsenic		0.007
Cadmium		Inférieur à 0.001
Chrome		Inférieur à 0.005
Cuivre		Inférieur à 0.01
Mercure		Inférieur à 0.01
Nickel		Inférieur à 0.005
Plomb		Inférieur à 0.002
Zinc		Inférieur à 0.01
Phosphates		0.48
Nitrites		0.04
Nitrates		9.9
Chlorures	37	
Sodium	26.4	

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 2021 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)	11.9	11.2	11.7	9.8	9.3	8.1	8.3	8.1	7.8	9.5	10.4	12.3
Conductivité (µS/cm)	426	430	396	428	386	363	370	386	401	446	469	430
pH	8.0	8.1	8.2	8.0	7.8	7.8	7.9	7.9	8.0	7.9	7.9	7.9
Température	5.8	7.6	9.8	13.8	14.1	20.6	20.0	21.2	22.0	16.3	11.4	7.4

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10.9	11.5	10.7	9.8	9.3	8.0	8.4	8.3	8.0	8.7	9.6	11.0
Conductivité (µS/cm)	406	379	412	412	363	342	356	370	37	414	437	410
pH	8.1	8.0	8.0	8.0	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6	7.8	7.8	7.9
Température	14.8	16.2	18.2	19.4	21.5	31.0	28.2	29.1	28.6	25.2	19.6	16.1

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11.6	11.2	10.9	9.9	9.4	8.2	8.5	8.3	7.9	9.1	10.1	11.9
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	413	379	409	414	371	353	353	372	377	422	446	420
pH	8.0	8.0	8.1	8.1	7.8	7.7	7.7	7.7	7.7	7.9	8.0	8.0
Température	6.9	8.7	11.1	15.1	14.9	22.3	20.7	22.8	23.8	19.4	13.6	8.5

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 ARALEP, en amont et en aval, des mesures mensuelles, trimestrielles et bimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique.

L'**année hydrologique** 2021 est excédentaire avec un coefficient annuel d'hydraulicité à la station de mesure de Ternay en aval de Lyon de 1,12, pour un débit moyen annuel de 1129 m³/s. Elle se caractérise surtout par une succession régulière de crues totalement inédite ces dernières années, dont trois épisodes de période de retour à minima quinquennale (3700 m³/s), début février, puis mi-juillet, mois durant lequel le coefficient d'hydraulicité a atteint 2,38, l'année se finissant par un dernier épisode atteignant 3890 m³/s de débit moyen journalier (QMJ) max le 31/12, et dépassant donc significativement le retour quinquennal (retour décennal : 4100 m³/s). Ainsi, en 2021, le QMJ a été > 3000 m³/s pendant 15 jours (soit 4% de l'année) et, inversement, < 370 m³/s (i.e. < QMNA5) pendant 35 jours (soit près de 10% de l'année). Par ailleurs, 2021 correspond à une année d'abaissement et de chasse de la retenue franco-suisse de Verbois (APAVÉR), qui ont été réalisés du 18 au 29 mai, avec des apports potentiels en fines repris par les crues qui ont succédé à cet événement. A l'échelle de la chronique d'étude l'hydraulicité annuelle en amont du CNPE reste très variable, évoluant en dents de scie.

La **qualité physico-chimique** générale 2021 du Rhône au voisinage du CNPE de St-Alban reste dans les gammes et tendances des années précédentes et, hormis l'aspect thermique, celles-ci sont très similaires entre l'amont et l'aval proche et éloigné du CNPE. L'ensemble des stations présente ainsi une très bonne (bilan de l'oxygène, salinité, minéralisation, formes de l'azote à quelques exceptions) à bonne (formes du phosphore à toutes les campagnes) qualité des eaux au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié en juillet 2018 permettant d'évaluer l'état chimique des masses d'eau, synonyme d'un « bon potentiel » pour ces paramètres. Exceptées les particules en suspension en raison d'événements hydrologiques et sédimentologiques particuliers

à l'année 2021, les gammes et tendances restent très similaires entre l'amont et l'aval proche et éloigné du CNPE. Les valeurs les plus élevées sont essentiellement, et classiquement, liées à l'hydrologie via les phénomènes de concentration-dilution et/ou à la production primaire (photosynthèse algale et macrophytique vs dégradation de la matière organique végétale), ainsi qu'aux variations des équilibres calco-carboniques en fonction de la thermie.

La **température moyenne annuelle** 2021 de la station située à l'amont du CNPE est de 14,2°C. Elle est de 15,7°C à la station aval après mélange (i.e. mi-rejet), ainsi qu'à la station RCC. La température moyenne 2021 au rejet est de 22,3°C. Ces valeurs sont inférieures de quelques dixièmes à celles de l'an dernier (jusqu'à -0,5°C en aval), mais aussi à celles de la dernière décennie. Après les deux années 2017-2018 supérieures à 15°C, la température moyenne annuelle du Rhône baisse de façon continue depuis trois ans, quelle que soit la station. Comme souvent, la climatologie annuelle permet d'expliquer en partie ce constat, 2021 ayant été une année « douce » du point de vue thermique (température moyenne annuelle >0,5°C par rapport à la normale) mais très excédentaire du point de vue des précipitations (+13,5% par rapport à la normale), l'excédent mensuel atteignant 178% en juillet. En dépit de cela, le delta T moyen par rapport à l'amont reste plutôt stable depuis quelques années, respectivement, en moyenne, 1,5° pour la station aval et 1,6°C pour le RCC sur les cinq dernières années, soit exactement les valeurs 2021.

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

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

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le Rhône en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2021.

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		0.33	0.106	0.079	0.095
	Fraction dissoute		0.115	0.027	0.02	0.029
Hydrazine			< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ethanolamine			< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Détergents			< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020

Paramètres Station aval		Unité	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Bore			< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Métaux totaux	Fraction brute	mg/L	0.413	0.064	0.185	0.128
	Fraction dissoute		0.088	0.022	0.019	0.03
Hydrazine			< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Ethanoline			< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Détergents			< 0.020	< 0.020	< 0.020	< 0.020

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

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

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

1. Surveillance pérenne

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

La richesse spécifique annuelle des diatomées benthiques varie fortement d'une année sur l'autre, attestant du caractère très fluctuant de la dynamique, tant spatiale que temporelle, des peuplements diatomiques. Elle est en 2021 de 210 taxons pour l'ensemble des 5 stations, ce qui est, de très loin, le meilleur résultat enregistré pour ce descripteur depuis la prise en compte de toutes les stations. Cette richesse est ainsi de 30 unités supérieures à la moyenne de la chronique 2015-2021. A l'exception de l'année 2018, la richesse diatomique de la station aval éloigné est annuellement la plus élevée et s'accompagne d'un écart amont-aval particulièrement important (29 taxons en moyenne sur les trois dernières années vs 6 taxons sur les quatre années précédentes). Depuis trois années, la station rejet arrive en seconde position. Sur le long terme, la richesse 2021 des quatre stations originelles est également bien supérieure à la moyenne inter-annuelle des dix dernières années (190 espèces vs 171). Entre les deux

extrêmes 2012 et 2021 (respectivement 199 et 190 unités), la richesse décennale apparaît progressivement décroissante jusqu'en 2017 (146 unités) pour remonter doucement par la suite. Ce constat, de manière plus ou moins modérée, est valable quelle que soit la station.

La qualité biologique apparaît majoritairement bonne au sens des différents indices (14,2 pour la note IBD moyenne 2021), ceux-ci indiquent toutefois une altération estivale générale (août), plus (IPS, IDSE, IBG EQR) ou moins (IBD) accentuée, faisant également suite à la perturbation hydrologique et sédimentaire de juin-juillet. Cette altération touche également la station rejet au printemps et en automne (IPS et IBD EQR). La comparaison de ces indices confirme la surévaluation de la qualité par l'IBD.

Du point de vue longitudinal, la richesse totale et la richesse moyenne unitaire (une station x une date) vont croissantes selon le gradient amont-aval de l'axe d'écoulement principal (retenue vers canal). A l'opposé, les notes IBD moyennes au rejet restent nettement inférieures à celles amont, voire également, plus légèrement, pour la station aval. Ce phénomène apparaît récurrent d'une année sur l'autre (-1,2 points sur la période 2015-2021) et peut indiquer une moindre sensibilité du peuplement diatomique benthique en aval proche du rejet du CNPE, i.e. du stress thermique.

En 2021, les conditions du milieu ont été particulièrement stressantes pour la végétation aquatique (hydrologie forte conjuguée à une turbidité importante), induisant des évolutions significatives au niveau des herbiers prospectés. La richesse floristique (26 espèces) est ainsi en nette baisse après deux années de richesses élevées, supérieures à 30 taxons et se situe légèrement en deçà de la moyenne de la chronique 2016-2021 (28 espèces). La richesse floristique inter-annuelle apparaît toutefois très variable d'une station à l'autre et d'une année sur l'autre, sans réelle tendance mais souvent très dépendante de l'hydrologie printanière comme ce fut le cas cette année avec une crue de période de retour quinquennale mi-juillet. Cette richesse s'étend de 5 espèces dans le RCC à 15 espèces à la station rejet RG1 (12 espèces dans le plan d'eau et de 7 à 9 espèces aux autres stations). Une nouvelle espèce a été rencontrée dans le plan d'eau de Saint-Pierre-de-Boeuf, le Myriophylle hétérotrophe, espèce exotique. Elle était toutefois déjà présente l'an dernier mais avait alors été improprement identifiée comme étant le Myriophylle verticillé, peu de critères d'identification étant disponibles.

Sur la retenue, secteur du suivi historique de ce descripteur en amont et en aval du CNPE, tant la richesse (15 espèces) que le recouvrement des herbiers (indice de 63,5) sont les plus importants à la station la plus proche du canal de rejet (RG1). Si ce n'est pas toujours le cas pour la première, ce résultat est récurrent pour le second au fil des années. On peut ainsi penser que la chaleur issue du rejet liquide favorise le développement végétal, le total indiciel moyen décennal étant de 75 pour aval RG1 vs 62 en amont, 64 en aval RD et seulement 45 en aval RG2. En aval plus éloigné, ce recouvrement est nettement plus faible puisqu'il n'est en moyenne que de 8,2 dans le canal de fuite et de 31,7 dans le RCC, toutefois en lien avec le contexte hydromorphologique pour le premier et une compétition plus ou moins marquée entre macrophytes et phytoplancton selon les conditions de chaleur estivale pour le second.

Outre l'influence locale précédente de la thermie, l'hydrologie confirme son rôle clé à l'échelle générale dans la dynamique inter-annuelle des peuplements de macrophytes, en particulier vis-à-vis des taux de recouvrement (i.e. biomasses) : ceux-ci sont ainsi plus faibles les années à printemps frais et/ou à hydrologie importante (2019 et 2021 par exemple pour les plus récentes). L'effet semble moins évident sur la richesse floristique. Il est par ailleurs probable que la turbidité et la sédimentation corrélatives près des zones rivulaires viennent renforcer ce rôle négatif, renforcé cette année par les apports en fines issus de l'APAVER et repris par les crues qui ont succédé. On pourrait également rajouter la charge en nutriments et la structure physique du milieu à ces différents facteurs, confirmant là aussi pour ce descripteur le caractère multi-factoriel de sa dynamique évolutive.

Enfin, si l'étude normative selon la méthodologie IBMR-GCE menée aux stations amont, aval et RCC montre qu'au fil des années, quelle que soit la station, le niveau trophique, au sens de l'IBMR, est en général très élevé, le niveau trophique 2021 des stations aval et RCC est « seulement » élevé. Ce constat confirme celui fait pour le descripteur floristique précédent, avec une forte représentativité d'espèces descriptives d'eau à tendance eutrophe et/ou fortement minéralisée.

La richesse taxonomique totale annuelle des macroinvertébrés franchit à nouveau en 2021 la barre des 100 taxons (106 unités), après plus d'une dizaine d'années au-dessous (excepté en 2018), soit la quatrième plus forte richesse enregistrée depuis l'origine du suivi. Cette valeur est supérieure d'une dizaine d'unités environ par rapport à la moyenne décennale ou à celle depuis le début des années 2000. Cette hausse est notée pour les deux techniques, elle est plus marquée pour les substrats artificiels (85 taxons, soit neuf de plus que la valeur décennale), les dragages du chenal, bien qu'en accroissement d'une petite dizaine de taxons par rapport aux deux années précédentes, restent en dessous de leur valeur décennale (68 vs 71 unités).

La richesse stationnelle la plus élevée est cette année enregistrée dans le plan d'eau de Saint-Pierre-de-Boeuf (67 taxons) devant les deux stations de la retenue, amont et rejet (respectivement 58 et 59 taxons). Ces valeurs sont supérieures à leurs valeurs décennales pour le plan d'eau et le rejet) et égale à l'amont. Les richesses sont par contre nettement plus faibles aux deux stations les plus courantes, aval (i.e. canal de fuite) et RCC, probablement fortement impactées par les forts épisodes hydrologiques qui se sont succédés tout au long de l'année et le stress hydraulique engendré (45 taxons en aval et 41 dans le RCC). Ces derniers résultats sont très inférieurs aux moyennes 2000 et décennale qui vont en baissant lorsqu'on réduit la chronique de perception.

L'évolution de la richesse annuelle des différentes stations montre depuis une dizaine d'années une distinction marquée entre deux groupes de stations, amont-rejet-plan d'eau d'un côté, aval-RCC de l'autre. Cette évolution met en évidence une baisse marquée de la richesse taxonomique des macroinvertébrés au fil de ces années dans ces deux derniers milieux, les plus lotiques (i.e. courants), alors qu'elle se maintient globalement sur la retenue, en dépit des fluctuations inter-annuelles classiques. Si les raisons restent difficiles à appréhender, on peut penser qu'à la station aval le marnage lié au fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Sablons, qui découvre régulièrement bon nombre d'habitats aquatiques rivulaires, joue certainement un rôle non négligeable,

et qu'il en est de même du stress hydraulique lié aux lâchers d'eau au barrage avec les arrêts de groupes entraînant un fonctionnement hydrologique syncopé dans le RCC.

27 espèces de poissons ont été échantillonnées en 2021 pour 5763 poissons capturés dans le cadre du protocole de suivi historique à 20 EPA, soit des valeurs strictement équivalentes à la moyenne de la dernière chronique décennale. Cette richesse totale apparaît particulièrement stable depuis 2015. Aucune espèce supplémentaire n'a été trouvée lors des pêches 100 points de fin d'été. De la même manière, si l'on considère un effort d'échantillonnage de 20 EPA par station, le nombre de poissons échantillonnés a été du même ordre de grandeur que celui des deux années précédentes. La richesse totale par station évolue de 18 espèces à la station aval à 23 espèces dans le RCC (19 espèces en amont, 20 en aval immédiat du rejet et 22 dans le plan d'eau de St-Pierre-de-Boeuf). La comparaison des effectifs moyens annuels de « l'année biologique » 2021 (i.e. du 1^{er} juillet année N-1 au 30 juin année N) avec ceux des années précédentes montre que les valeurs 2021 sont parmi les plus faibles par rapport aux données collectées depuis 2000, notamment pour les stations situées dans la partie aménagée (i.e. amont, rejet, aval éloigné).

Contrairement à certaines années où le peuplement piscicole est déséquilibré au profit d'une seule espèce (44% de gardons en 2020 par exemple), celui-ci apparaît plus équilibré en cette année. Si il est nettement dominé par le gardon (23% des individus), l'abondance de 7 autres espèces est également > 5%, parmi lesquelles l'ablette et la brème bordelière dépassent également la barre de 10%.

D'un point de vue temporel, l'analyse inter-années montre qu'au cours des années récentes (2010-2021), les proportions de certains groupes (bouvière, goujon, ablette, pseudorasbora) ont augmenté. Elle montre également que la variabilité temporelle de l'abondance des poissons des différentes espèces est plus marquée dans les trois stations situées dans le tronçon aménagé du fleuve. Si les facteurs abiotiques responsables de la variabilité temporelle des effectifs, notamment de ceux des juvéniles de l'année, sont identiques quelle que soit la station, les effets semblent plus marqués sur le tronçon aménagé. En 2021, la crue exceptionnelle de juillet s'est produite à une période sensible de la reproduction et du développement des jeunes stades de la plupart des espèces du secteur, ce qui se traduit par des abondances très faibles dans les pêches post-estivales. Cette crue faisait suite à un mois de mai également excédentaire.

Les résultats par unité de surface (ha) sont éminemment variables à l'échelle saisonnière pour une même année d'une part et à l'échelle inter-annuelle d'autre part. En règle générale, le RCC apparaît très souvent comme étant le milieu le plus productif (930 kg/ha pour 67 200 individus/ha en moyenne). En 2021, celui-ci est bien le plus productif en biomasse (993 kg/ha) mais c'est le plan d'eau de St-Pierre-de-Boeuf qui apparaît cette année le plus productif en effectif (58 800 individus/ha).

Quelles que soient la station et l'année considérées, la qualité biologique IPR est identique et systématiquement moyenne (non satisfaisante au sens de la DCE). La station aval est systématiquement la moins dégradée. Depuis trois ans, les moyennes

des trois stations sont très proches ($\Delta IPR=0,9$) et logiquement de qualité moyenne renforçant un peu plus l'homogénéité qui se dégage des caractéristiques des peuplements piscicoles. L'altération des trois stations est principalement mise en évidence par la faiblesse du nombre d'espèces rhéophiles et la plus ou moins forte densité totale d'individus (fortes densités de juvéniles de gardons par exemple). Si la méthode normative IPR ne détecte aucun impact des rejets de fonctionnement du site sur l'évolution amont-aval du peuplement piscicole sur l'axe principal du Rhône en aval éloigné du CNPE, l'influence du rejet thermique dans cette dégradation est toutefois difficile à quantifier et, comme pour de nombreux descripteurs précédents, les influences restent multifactorielles, parmi lesquelles le contexte hydromorphologique joue un rôle non négligeable avec un milieu plus instable en aval éloigné, voire sur le RCC.

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 autorisée (28°C).

En 2021, 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 autorisée (28°C) et si le réseau de transport d'électricité (RTE) requiert le fonctionnement de la centrale nucléaire.

En 2021, le CNPE de Saint-Alban n'a pas sollicité d'autorisation temporaire de fonctionnement suite à un dossier « Article R593-40-II ».

V. Acoustique environnementale

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

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

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

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

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

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

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

Partie 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/Saint-Maurice l'exil dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie V 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/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/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 efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque CNPE telles que les conditions météorologiques, les habitudes alimentaires des riverains, les conditions de dispersion des effluents rejetés dans le milieu récepteur, etc. Les données alimentaires et les temps consacrés aux activités intérieures ou extérieures dans les environnements terrestre et aquatique ont été actualisés en 2013-2014 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- Les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- Ils vivent toute l'année sur leur lieu d'habitation (non-prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...)

¹ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor) facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

- 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 :

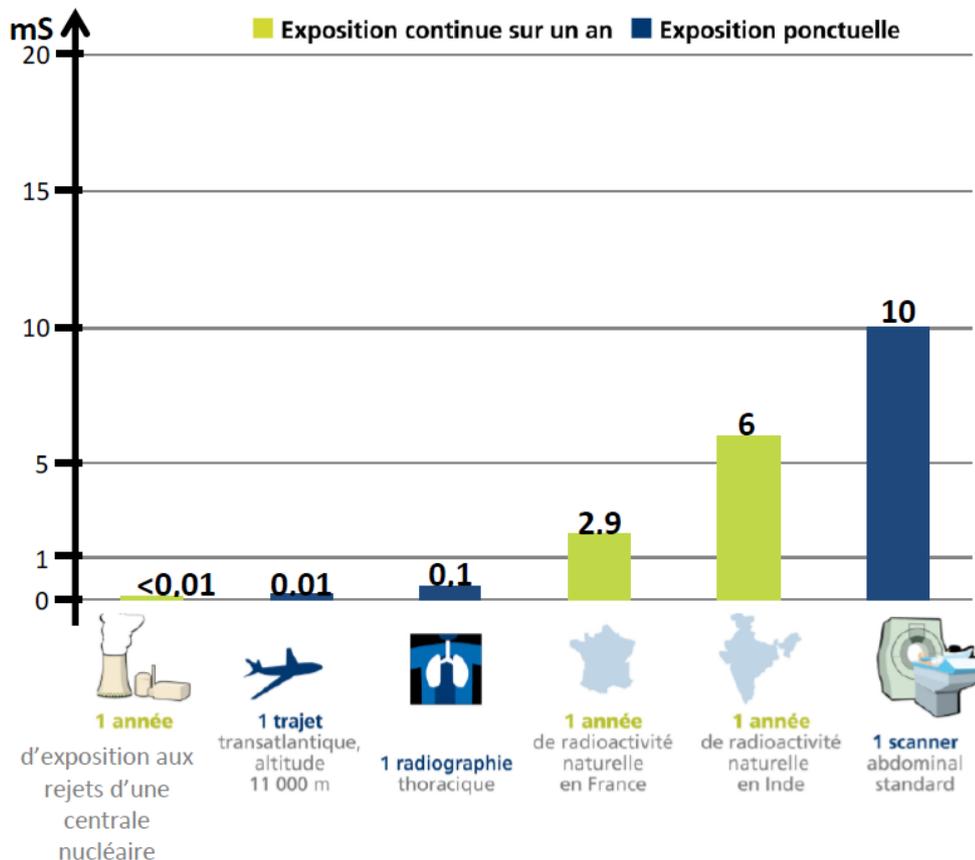


Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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.

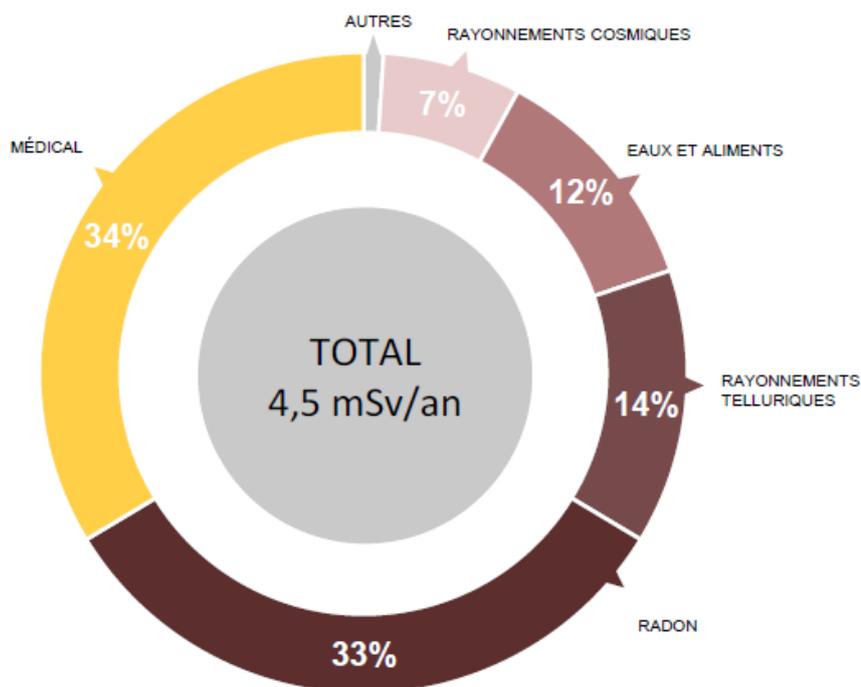


Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2021 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 (µSv)	Exposition interne (µSv)	Total (µSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	0.0021	0.0099	0.012
Rejets d'effluents liquides	0.00018	0.15	0.15
Total	0.0023	0.16	0.16

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (μSv)	Exposition interne (μSv)	Total (μSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	0.0022	0.0086	0.011
Rejets d'effluents liquides	s.o.	0.17	0.17
Total	0.0022	0.18	0.18

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (μSv)	Exposition interne (μSv)	Total (μSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	0.0022	0.017	0.019
Rejets liquides	s.o.	0.23	0.23
Total	0.0022	0.24	0.25

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 0.001mSv/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 2021 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

Partie 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

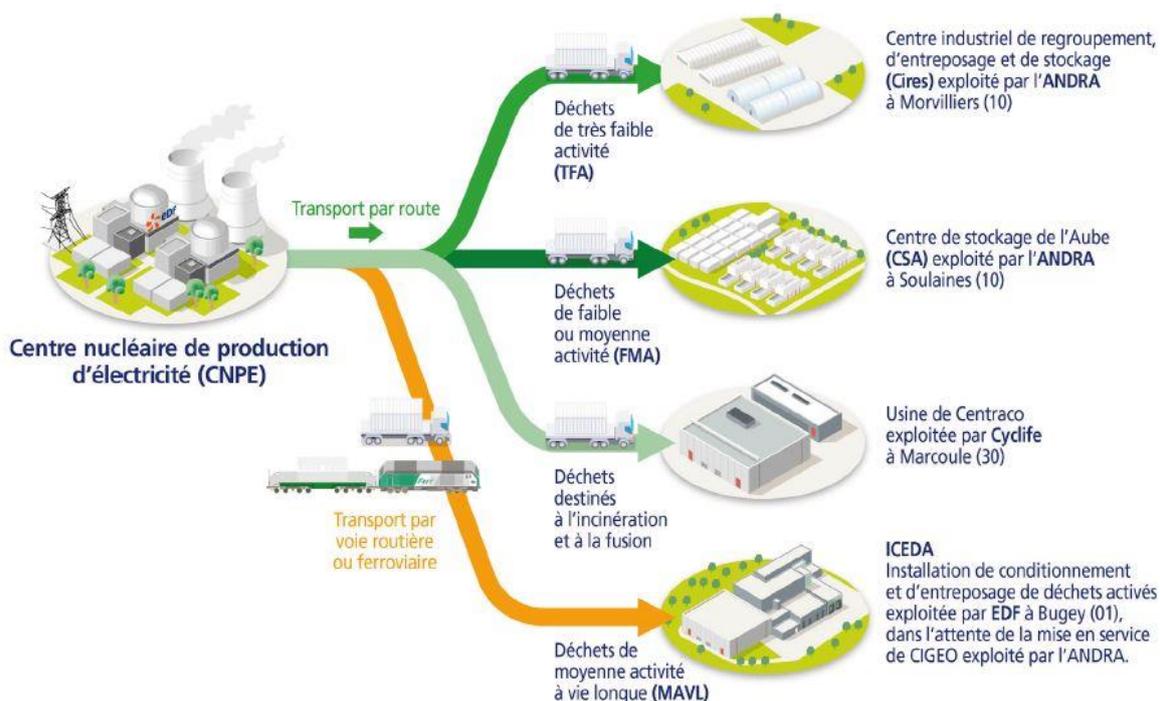


Figure 2 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2021

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Commentaires
TFA	94 Tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	18 Tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	68 Tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires et Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE)
MAVL	163 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 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Type d'emballage
TFA	71.23 Tonnes	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Liquides)	0.075 Tonnes	Coques béton
FMAVC (Solides)	235.17 Tonnes	Fûts (métalliques, PEHD)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint-Alban.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	141
CSA à Soulaines	420
Centraco à Marcoule	1434

En 2021, 1995 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 2021 par les INB d'EDF.

Quantités 2021 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	11 316	9 782	41 512	34 966	124 577	124 502	177 404	169 250
Site en déconstruction	135	44	964	878	1 618	1 618	2 717	2 540

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

- Réduire leur production et leur dangerosité par une gestion optimisée,
- Favoriser le recyclage et la valorisation.

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

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

En 2021, les 2 unités de production du CNPE de Saint-Alban ont produit 4,7 milliers de tonnes de déchets conventionnels : 96% 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

ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Saint-Alban Année 2021

Extrait du

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

Rapport IRSN 2022-00075

I. ÉTAT RADIOLOGIQUE DU CNPE DE SAINT-ALBAN-SAINT MAURICE-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 11 page 96). En amont du site, se trouvent les installations de Creys-Malville (en déconstruction, à 130 km) et du Bugey (à 100 km) ainsi que les installations du CERN près de Genève (140 km) et les centres hospitaliers de la région lyonnaise. À son aval immédiat, est situé l'aménagement hydraulique de Saint-Pierre-de-Bœuf (Compagnie Nationale du Rhône) qui initie un tronçon canalisé d'une dizaine de kilomètres. Le CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil se compose de deux tranches de la filière des REP de 1300 MWe, couplées au réseau en août 1985 et juillet 1986.

Les conditions d'exécution et les limites des rejets d'effluents, dans le cours d'eau et dans l'atmosphère, sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L'exploitant n'a pas porté à la connaissance de l'IRSN d'évènement intéressant l'environnement pour l'année 2020 ayant pu avoir une conséquence mesurable sur les niveaux d'activité des échantillons analysés dans le cadre de ce suivi annuel.

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

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil est exposée sur la Figure 10 page 92.

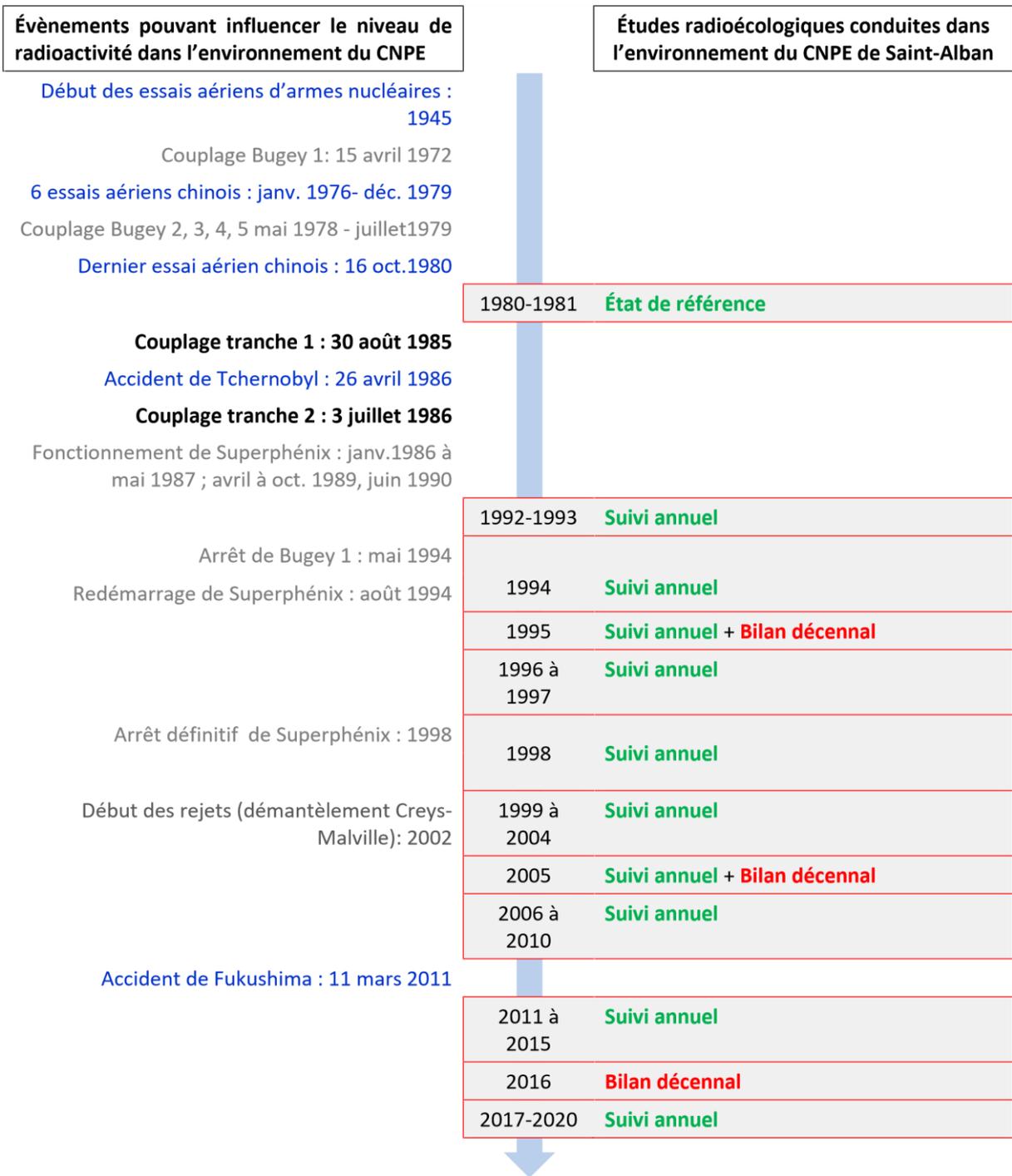


Figure 10 – Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

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 11 page 96. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 47 page 94.

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.

Dans la stratégie 2020, du fait de la crise sanitaire, l'IRSN a été contraint de réduire la stratégie d'échantillonnage aux seuls prélèvements et analyses réglementaires, en accord avec l'exploitant. Des feuilles de lierre, une production agricole (salade) 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-Bœuf). Du lait de vache a été prélevé dans l'exploitation qui subsiste à proximité du CNPE, à Pélussin, dans une zone ouest/nord-ouest non influencée par le vent. Les prélèvements de sol de prairie et de salades ont été mesurés en spectrométrie gamma. Le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés dans les échantillons de feuilles de lierre et de salades. Du ^{14}C est également recherché dans les échantillons de salades. Le lait prélevé à Pélussin en zone non influencée a fait l'objet d'une mesure de tritium libre et de ^{14}C . 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 2020 ainsi que dans le rapport du suivi radioécologique annuel de l'année 2021.

Tableau 47 – Identification des échantillons analysés dans l’environnement terrestre du CNPE lors du suivi radioécologique 2020

Situation par rapport au C.H.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction Prelevée/Analysée	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
0,95 km SSE	Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75855	45,39636	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	entier/eulyo	24/06/2020	H-3 libre (Liquide)	3,30	-
0,98 km SSE	Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75890	45,39618	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	entier/reslyo	11/06/2020	H-3 lié (Sec)	3,06	-
0,98 km SSE	Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	04,75890	45,39618	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	entier/reslyo	11/06/2020	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,06	-
4,27 km SSO	Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Pierre-de-Bœuf	04,73887	45,36840	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	11/06/2020	Gamma (Sec)	1,15	-
6,6 km OHO	Zone non influencée	Pélussin	04,68100	45,43180	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	entier/eulyo	11/06/2020	H-3 libre (Liquide)	7,61	-
6,6 km OHO	Zone non influencée	Pélussin	04,68100	45,43180	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	entier/reslyo	11/06/2020	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	7,61	-
6,6 km OHO	Zone non influencée	Pélussin	04,68100	45,43180	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	entier/reslyo	11/06/2020	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,61	-
6,6 km OHO	Zone non influencée	Pélussin	04,68100	45,43180	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	entier/reslyo	11/06/2020	C élémentaire (Sec)	7,61	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/eulyo	23/06/2020	H-3 libre (Liquide)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	23/06/2020	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	23/06/2020	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	23/06/2020	H-3 lié (Sec)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	23/06/2020	C élémentaire (Sec)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	23/06/2020	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	15,64	-
5,1 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	04,75897	45,35896	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	23/06/2020	Gamma (Cendre)	18,70	4,04

- : absence de traitement ; reslyo : résidu sec après lyophilisation ; eulyo : eau extraite par lyophilisation.

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

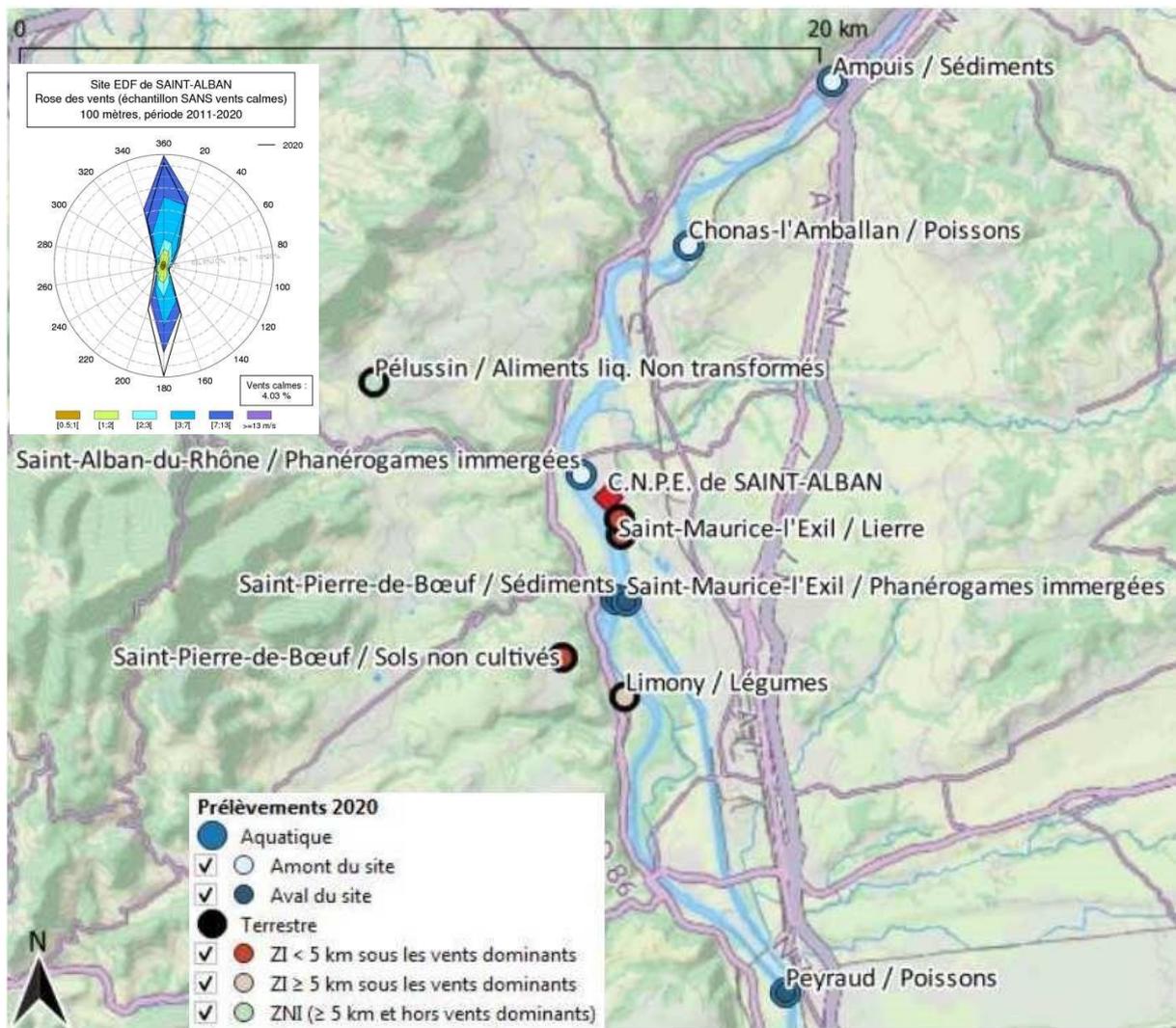


Figure 11 – Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2020 du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil

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 59 page 113.

En 2020, 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, 22, 23]. 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. Ces résultats de mesure attestent de l'absence de biais dans les étapes de prélèvements, de préparation et de mesure des échantillons.

6.2.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

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 60 page 114.

Le ^{137}Cs est quantifié uniquement dans les sols de prairie prélevés à Saint-Pierre-de-Bœuf avec une activité qui est dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (Tableau 49 page 103). 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 61 page 115 et le Tableau 62 page 116.

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 $0,4$ à 2 Bq.L^{-1} d'après [14]) pour le lait de vache et les feuilles de lierre. Il en est de même pour le tritium organiquement lié mesuré dans les salades (bruit de fond compris entre $0,39$ et $1,9 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'après [14]). Pour les salades, l'activité en tritium libre est inférieure au seuil de décision. Dans l'échantillon de lierre prélevé à Saint-Maurice-l'Exil, sous les vents dominants, l'activité du tritium organiquement lié ($3,00 \pm 0,70 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion) est supérieure à celle attendue hors influence d'un apport industriel local (de $0,39$ à $1,9 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'après [14]). Ce résultat démontre la contribution des rejets d'effluents atmosphériques tritiés au marquage de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil.

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 63 page 116.

En 2020, les activités en 14C mesurées dans le lait prélevé à Pélussin et dans les salades prélevées à Limony sont proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local (224 ± 7 d'après [14]). Cependant, en 2019, deux échantillons sur quatre de feuilles de lierre prélevées à Saint-Maurice-l'Exil présentaient des activités en 14C (251 ± 12 Bq.kg⁻¹ C pour les deux prélèvements réalisés au deuxième semestre 2019) supérieures au bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local.

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 11 page 96. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 48 page 99 et suivantes.

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-Bœuf et de Saint-Maurice-l'Exil. Les poissons sont collectés à la confluence entre le canal et le Rhône (à Peyraud).

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

En 2020, du fait de la crise sanitaire, l'IRSN a été contraint de réduire la stratégie d'échantillonnage aux seuls prélèvements et analyses réglementaires, en accord avec l'exploitant. Les phanérogames, les poissons et les sédiments prélevés en amont et en aval du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil ont fait l'objet d'une mesure par spectrométrie gamma. Du tritium libre a été recherché dans les phanérogames immergées ainsi que dans les poissons. Du tritium organiquement lié et du 14C ont également été mesurés dans les poissons.

Tableau 48 – Identification des échantillons analysés dans l'environnement aquatique du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors du suivi radioécologique de 2020

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction Prélèvement/Analyse	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Condres
0,94 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74661	45,40987	Rive gauche	Phanérogame immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	entier/eaulyo	28/07/2020	H-3 libre (Liquide)	9,88	-
0,94 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Saint-Alban-du-Rhône	04,74661	45,40987	Rive gauche	Phanérogame immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	28/07/2020	Gamma (Condre)	12,47	4,06
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/eaulyo	25/05/2020	H-3 libre (Liquide)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	C-14 par SL (Bonzéno) (Sec)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	C élémentaire (Sec)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	H-3 lié (Sec)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,46	-
6,65 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Chonas-l'Amballan	04,78236	45,46165	Rive gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	25/05/2020	Gamma (Condre)	4,14	21,70
11,87 km amont	Rhône en amont de Saint-Alban	Ampuis	04,82973	45,49820	Rive droite	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	28/07/2020	Gamma (Sec)	2,26	-
2,6 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Pierre-de-Beauf	04,75676	45,38140	Rive droite	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	28/07/2020	Gamma (Sec)	2,47	-
2,67 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76015	45,38088	Rive droite	Phanérogame immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	entier/eaulyo	28/07/2020	H-3 libre (Liquide)	9,32	-
2,67 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	04,76015	45,38088	Rive droite	Phanérogame immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	28/07/2020	Gamma (Condre)	11,88	5,18
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/eaulyo	25/05/2020	H-3 libre (Liquide)	4,61	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction Prélèvement/Analyse	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Condres
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	C-14 par SL (Bonzéno) (Sec)	4,61	-
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	C élémentaire (Sec)	4,61	-
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	H-3 lié (Sec)	4,61	-
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,61	-
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	entier/reslyo	25/05/2020	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,61	-
13,3 km aval	Rhône en aval de Saint-Alban	Poyraud	04,80793	45,29083	Rive droite	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	25/05/2020	Gamma (Condre)	4,55	19,39

- : absence de traitement ; Pdfiltr : produit de filtration ; Eaulyo : eau extraite par lyophilisation ; Reslyo : résidu sec après lyophilisation.

Dans les tableaux suivants :

Prélèvements en amont du dispositif de rejets des effluents liquides

Prélèvements 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 64 page 117.

En 2020, 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 40K dans l'ensemble des matrices échantillonnées. Les activités en 40K dans les poissons sont proches des valeurs attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de 100 Bq.kg⁻¹ frais). Les radionucléides des familles de l'²³⁸U et du ²³²Th ainsi que le ⁷Be sont détectés dans les sédiments et les végétaux. Du ²¹⁰Pb est également détecté dans les poissons pêchés en aval du site à une valeur proche du seuil de décision analytique de la mesure amont. 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 65 page 118.

Le ¹³⁷Cs est présent dans tous les compartiments de l'écosystème aquatique. En 2020, les activités en ¹³⁷Cs 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 55 page 109 et Tableau 57 page 111 au Tableau 58 page 112) 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 : ^{110m}Ag dans les sédiments prélevés en aval ($0,31 \pm 0,13$ Bq.kg⁻¹ sec) et ⁵⁸Co dans les phanérogames collectées en aval ($0,53 \pm 0,14$ Bq.kg⁻¹ sec). Ces détections témoignent de l'influence des rejets liquides autorisés du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil comme observé ces dernières années.

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 66 page 119 et le Tableau 67 page 120. L'activité en tritium libre mesurée dans les phanérogames immergées et dans les muscles de poissons ne présente pas de différence significative entre l'amont et l'aval. Les activités mesurées dans ces deux matrices 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 0,4 à 2 Bq.L-1 d'après [14]) aussi bien en amont qu'en aval du site. Les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les poissons sont supérieures aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (de 0,39 à 1,9 Bq.L-1 d'eau de combustion d'après [14]) avec une activité plus élevée dans les poissons pêchés en aval ($6,70 \pm 0,90$ Bq.L-1 EC) qu'en amont du site ($4,90 \pm 0,80$ Bq.L-1 EC).

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 CNPE situés en amont. Les valeurs élevées en tritium organiquement lié mesurées dans les poissons 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 68 page 121.

Les activités en ^{14}C mesurées dans les muscles de poissons présentent, comme pour les dernières années (Tableau 58 page 112), une activité plus élevée en aval (442 ± 22 Bq.kg-1 C) qu'en amont (289 ± 14 Bq.kg-1 C). Ces deux résultats sont supérieurs à la valeur attendue dans un environnement non soumis à des rejets industriels (inférieure à 220 Bq.kg-1 C d'après [14]). Ainsi, un marquage par les rejets liquides du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil ainsi que par ceux du CNPE de Bugey situé en amont est mis en évidence.

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

En 2020, 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 ne mettent pas en évidence de marquage lié aux rejets d'effluents à l'atmosphère. Il en est de même pour l'activité en tritium organiquement lié mesurée dans les salades. En revanche, l'activité en tritium organiquement lié mesurée dans le lierre prélevé en zone influencée met en évidence un marquage lié aux rejets d'effluents à l'atmosphère du site. Les activités en ^{14}C dans le lait de vache et les salades sont proches du bruit de fond attendu hors influence d'un apport industriel local (proche de 225 Bq.kg-1 C dans une gamme allant de 218 à 232 Bq.kg-1 C d'après [14]). En 2019, deux échantillons de lierre prélevés sous les vents dominants, à proximité de l'installation (à Saint-Maurice-l'Exil à environ 1 km du site), présente un marquage en ^{14}C imputable aux rejets à l'atmosphère du site.

Dans le domaine aquatique, les activités mesurées en aval du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil 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 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ en aval du site. Les activités mesurées en amont du site, notamment en tritium organiquement lié et en ^{14}C dans les poissons montrent 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).

5. Tableaux de résultats

Tableau 49 – 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 2010 à 2020

Date	avril 2010	avril 2011	avril 2012	mai 2013	avril et juin 2014	avril 2015	mai à août 2016	avril 2017	février 2018	mars 2019	Juin 2020
Distance par rapport au site	6 km	5 km	5 km	5 à 6 km	5 à 6 km	6 km	5 à 21,5 km	5 km	5 km	4,64 km	4,27 km
Nature	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols	sols
<i>Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)</i>											
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	19 (1/1)	40 (1/1)	37 (1/1)	9,2-37 (2/2)	8,6-34,9 (2/2)	30,2 (1/1)	7,2-34,1 (6/6)	27,4 (1/1)	27,4 (1/1)	23,6 (1/1)	18,1 (1/1)
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : inférieur au seuil de décision.

Tableau 50 – 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 2010 à 2020

Date	mars 2010	mars 2011	mars 2012	mars 2013	février 2014	mars 2015	mars 2016	mars 2017	février 2018	mars 2019	2020
<i>Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)</i>											
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
^{137}Cs	7-8 (2/2)	5,7-6,5 (2/2)	3,2-4,9 (2/2)	4,7-89 (2/2)	5,1-112 (2/2)	2,2-3,5 (2/2)	2,8-4,3 (2/2)	2,7-4,2 (2/2)	5,1 (1/1)	3,9 (1/1)	n.a.
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
^{131}I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.

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

Tableau 51 – 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 2020

Date	2015	2016	2017	2018	Avril 2019	Juin 2020
Émetteurs β (^3H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ^3H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ^{14}C : Bq.kg⁻¹ de C)						
^3H libre	2,7 (1/1)	1-2,2 (2/2)	2,8 (1/1)	2,2 (1/1)	2,3 (1/1)	2,5 (1/1)
^3H lié	n.a.	1,9-2,6 (2/2)	2,9 (1/1)	2,9 (1/1)	4,6 (1/1)	3 (1/1)
^{14}C	242-246 (4/4)	229,8-251 (6/6)	241-253 (4/4)	245-266 (4/4)	235-251 (4/4)	239-241 (4/4)

n.a. : non analysé.

Tableau 52 – 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 2010 à 2020

Date	Juin 2010	Mai 2011	Juin 2012	Mai 2013	Juin 2014	Juin 2015	Août 2016	Juin 2017	Juillet 2018	Juillet 2019	Juin 2020
Distance par rapport au site	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	5,67 km	5,1 km
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)											
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	-	0,31 (1/1)	-	0,43 (1/1)	0,72 (1/1)	0,93 (1/1)	0,25-0,29 (2/2)	-	0,62 (1/1)	0,197 (1/1)	-
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m}Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (^3H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ^3H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ^{14}C : Bq.kg⁻¹ de C)											
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,8 (1/1)	1,3 (1/1)	1,4 (1/1)	1,6 (1/1)	1,4 (1/1)	-
^3H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,6 (1/1)	2,2 (1/1)	1,4 (1/1)	2,5 (1/1)	-	1,8 (1/1)
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	234 (1/1)	238,4 (1/1)	232 (1/1)	230 (1/1)	232 (1/1)	230 (1/1)

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

Tableau 53 – 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 2010 à 2020

Date	avril 2010	avril 2011	avril 2012	mai 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	avril 2017	février 2018	mai 2019	Juin 2020
Distance par rapport au site	5 km	5 km	5 km	9,8 km	9,8 km	9,8 km	6,5 à 9,8 km	6,5 km	6,5 km	6,6 km	6,6 km
Nature	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.L⁻¹)											
¹³⁴ Cs	-	0,016 (1/1)	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
¹³⁷ Cs	0,07 (1/1)	0,091 (1/1)	0,061 (1/1)	0,021 (1/1)	0,022 (1/1)	0,040 (1/1)	0,015-0,027 (2/2)	0,0157 (1/1)	0,0183 (1/1)	0,0235 (1/1)	n.a.
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.
¹³¹ I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C)											
³ H libre	0,8 (1/1)	2 (1/1)	1,8 (1/1)	1,1 (1/1)	1,2 (1/1)	1,0 (1/1)	1,2-2,0 (2/2)	1,3 (1/1)	0,9 (1/1)	1 (1/1)	1 (1/1)
³ H lié	1,7 (1/1)	2,0 (1/1)	1,3 (1/1)	1,2 (1/1)	2,3 (1/1)	1,6 (1/1)	2,0 (1/1)	1,5 (1/1)	0,8 (1/1)	3,1 (1/1)	n.a.
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	228-230 (4/4)	225-235 (5/5)	226-232 (4/4)	230 (1/1)	230 (1/1)	227 (1/1)

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

Tableau 54 – Activités en radionucléides émetteurs β des échantillons d'eau de boisson et d'irrigation collectés dans l'environnement du site de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil lors des études radioécologiques de 2010 à 2020

Date	juillet 2010	juin 2011	juin 2012	mai 2013	juin 2014	juin 2015	septembre 2016	juin 2017	juin 2018	juillet 2019	2020
Distance par rapport au site	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	5 km	5 km	4,5 km	
Nature	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹)											
³ H libre	1,6 (1/1)	1,3 (1/1)	1,5 (1/1)	1 (1/1)	1,2 (1/1)	1,1 (1/1)	1,6 (1/1)	1,6 (1/1)	1,6 (1/2)	0,9-1,8 (2/2)	n.a.

n.a. : non analysé.

Tableau 55 – 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 2010 à 2020

Date	mars 2010		mars 2011		mars 2012		mars 2013		février 2014		mars 2015		mars 2016		mars 2017		février 2018		mars 2019		Juillet 2020	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Situation par rapport au site																						
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-
¹³⁷ Cs	12 (1/1)	12 (2/2)	9,9 (1/1)	10,4-12,3 (2/2)	9,2 (1/1)	8,5-10,4 (2/2)	9,4 (1/1)	8,5-9,9 (2/2)	9,4 (1/1)	11,9-12 (2/2)	9,8 (1/1)	11,4-11,5 (2/2)	7,7 (1/1)	8,6-9,8 (2/2)	9,5 (1/1)	8,2-10,8 (2/2)	26,9 (1/1)	6,9-8,9 (2/2)	9,1 (1/1)	7,5-9,3 (2/2)	7,7 (1/1)	7,6 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2 (1/2)	-	-	n.a.	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-
^{110m} Ag	0,7 (1/1)	0,6-0,8 (2/2)	-	0,32 (1/2)	-	0,26 (1/2)	-	0,41 (1/2)	-	-	-	0,27 (1/2)	0,33 (1/1)	0,41-0,46 (2/2)	-	0,2 (1/2)	-	-	0,26 (1/1)	0,51-0,6 (2/2)	-	0,31 (1/1)
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.	2,5 (1/1)	1,9 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 56 – 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 2010 à 2020

Date	Juillet 2010		Juin 2011		Septembre 2012		Septembre 2013		Août 2014		Septembre 2015		Octobre 2016		Septembre 2017		Juin à septembre 2018		Septembre 2019		2020		
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	
Situation par rapport au site																							
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec)																							
¹³⁴ Cs	-	-	-	0,3 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	2,7 (1/1)	2,1-2,8 (2/2)	5,8 (1/1)	2,4-5,5 (2/2)	7,4 (1/1)	3-6,1 (2/2)	5,5 (1/1)	1,77-3,8 (2/2)	4,3 (1/1)	2,6-4,6 (2/2)	6,3 (1/1)	2,17-4,3 (2/2)	1,6 (1/1)	3 (1/1)	3,6 (1/1)	1,57 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
⁵⁸ Co	-	0,5-1 (2/2)	-	0,72-0,76 (2/2)	-	-	-	0,63 (1/2)	0,59 (1/1)	0,53-1,23 (2/2)	-	0,64-1,3 (2/2)	-	0,69 (1/1)	-	0,33 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
⁶⁰ Co	-	0,4-0,6 (2/2)	-	0,46 (1/2)	-	0,31-0,79 (2/2)	-	0,31 (1/2)	0,62 (1/1)	0,42-0,69 (2/2)	-	0,37-0,86 (2/2)	-	0,39 (1/1)	1,4 (1/1)	0,29 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
^{110m} Ag	-	-	1,7 (1/1)	0,56-0,79 (2/2)	-	-	-	-	-	0,38 (1/2)	0,9 (1/1)	0,35-0,41 (2/2)	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
¹³¹ I ⁽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.	9 (1/1)	12,7 (1/1)	29 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Émetteurs β (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation, ³ H lié : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ de C, ⁶³ Ni : Bq.kg ⁻¹ sec et ⁵⁹ Fe : Bq.kg ⁻¹ sec)																							
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,2 (1/1)	5,5 (1/1)	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.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,8 (1/1)	12,3 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
¹⁴ C	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.	222,6 (1/1)	246,5 (1/1)	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.	-	0,15 (1/1)	0,43 (1/1)	0,55 (1/1)	n.a.	
Ili	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0181 (1/1)	0,0181 (1/1)	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.	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, I¹³¹ n'est mesuré que dans certains échantillons.

Tableau 57 – 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 2010 à 2020

Date	juillet 2010		juin et août 2011		septembre 2012		septembre 2013		août 2014		septembre 2015		août 2016		septembre 2017		juin et septembre 2018		septembre 2019		Juillet 2020	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq.kg⁻¹ sec)																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,4 (1/1)	0,9-1 (2/2)	0,65 (1/1)	0,82-1,17 (2/2)	0,86 (1/1)	1,31-1,45 (2/2)	1,05 (1/1)	0,86-0,9 (2/2)	1,37 (1/1)	1,31-3,2 (2/2)	0,83 (1/1)	1,06-2,80 (2/2)	0,84 (1/1)	0,55-1,43 (2/2)	3,05 (1/1)	1,25-1,75 (2/2)	1,48 (1/1)	0,77-0,85 (2/2)	1,1 (1/1)	0,63-2,23 (2/2)	0,75 (1/1)	0,48 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	0,67 (1/2)	-	-	-	-	-	0,58 (1/2)	-	1,3 (1/2)	0,34 (1/1)	0,44 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	0,53 (1/1)
⁶⁰ Co	-	-	-	-	0,37 (1/1)	0,30-0,69 (2/2)	-	0,27 (1/2)	-	0,31 (1/2)	-	0,51 (1/2)	-	-	0,19 (1/1)	-	-	-	-	0,28 (1/2)	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21 (1/1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63 (1/2)	-	-	0,26 (1/1)	0,26 (1/2)	-	-	-	0,41 (1/2)	-	-
¹³¹ I (1)	26 (1/1)	33 (2/2)	13 (1/1)	9,1 (1/1)	55 (1/1)	69 (1/1)	5 (1/1)	24,9 (1/1)	2,2 (1/1)	3,4 (1/1)	12,8 (1/1)	18,1 (1/1)	14,8 (1/1)	5,9-12 (2/2)	7,7 (1/1)	8,9 (1/1)	7,9 (1/1)	14 (1/1)	9,5 (1/1)	10,6 (1/1)	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C)																						
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	12,4 (1/1)	9,8 (1/1)	3,9 (1/1)	20,9-51,5 (2/2)	8,8 (1/1)	21,1 (1/1)	5,3 (1/1)	1,3 (1/1)	2,1 (1/1)	1,1 (1/1)	1,3 (1/1)	2,4 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,7 (1/1)	13,7-31,0 (2/2)	n.a.	n.a.	4,8 (1/1)	12,1 (1/1)	6,6 (1/1)	11,4 (1/1)	n.a.	n.a.
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	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.

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

Tableau 58 – 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 2010 à 2020

Date	avril 2010		avril 2011		juillet 2012		avril 2013		avril 2014		avril 2015		mai 2016		avril et mai 2017		avril 2018		mai 2019		Mai 2020	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval												
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ frais)																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,066 (1/1)	0,09 (1/1)	0,062 (1/1)	0,057 (1/1)	0,084 (1/1)	0,077 (1/1)	0,022 (1/1)	0,037 (1/1)	0,046 (1/1)	0,046 (1/1)	0,044 (1/1)	0,039 (1/1)	0,051 (1/1)	0,047 (1/1)	0,047 (1/1)	0,053 (1/1)	0,044 (1/1)	0,051 (1/1)	0,0398 (1/1)	0,04 (1/1)	0,032 (1/1)	0,0304 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.											
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C)																						
³ H libre	1,9 (1/1)	1,7 (1/1)	3,0 (1/1)	5,7 (1/1)	-	3,3 (1/1)	1,3 (1/1)	1 (1/1)	0,7 (1/1)	1 (1/1)	3,4 (1/1)	4,5 (1/1)	3,3 (1/1)	1,3 (1/1)	2,2 (1/1)	1,7 (1/1)	-	-	1,6 (1/1)	9,3 (1/1)	0,8 (1/1)	1,7 (1/1)
³ H lié	4,5 (1/1)	5,61 (1/1)	5,54 (1/1)	5,4 (1/1)	5,0 (1/1)	5,8 (1/1)	6 (1/1)	10,8 (1/1)	5,2 (1/1)	5,4 (1/1)	4,7 (1/1)	10,2 (1/1)	5,1 (1/1)	6,5 (1/1)	5,5 (1/1)	6 (1/1)	3,5 (1/1)	7,6 (1/1)	3,4 (1/1)	9,8 (1/1)	4,9 (1/1)	6,7 (1/1)
¹⁴ C	244,8 (1/1)	270,3 (1/1)	282,5 (1/1)	266,2 (1/1)	278,2 (1/1)	275,0 (1/1)	315,5 (1/1)	407,5 (1/1)	264,8 (1/1)	298,6 (1/1)	261 (1/1)	428 (1/1)	256 (1/1)	398 (1/1)	278 (1/1)	405 (1/1)	244 (1/1)	515 (1/1)	230 (1/1)	456 (1/1)	289 (1/1)	442 (1/1)

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

Tableau 59 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{40}K	Famille du ^{232}Th		Famille de ^{238}U		^7Be	Unité
										^{228}Ac	^{228}Th	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{210}Pb		
Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Pierre-de-Bœuf	11/06/2020	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,15	15/09/2020	950±80	62,0±7,0	n.a.	51±13	n.a.	≤ 4,7	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	23/06/2020	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	cendre	18,70	03/09/2020	2 300±230	≤ 0,70	≤ 1,6	≤ 24	3,8±1,0	59,0±6,0	Bq.kg ⁻¹ sec

Tableau 60 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{134}Cs	^{137}Cs	^{60}Co	^{60}Co	^{109}Ag	^{54}Mn	^{132}Sb	^{137}Sb	Unité
Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	23/06/2020	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	cendre	18,70	03/09/2020	≤ 0,15	≤ 0,14	≤ 0,33	≤ 0,24	≤ 0,23	≤ 0,18	≤ 0,29	≤ 0,34	Bq.kg ⁻¹ sec

Tableau 61 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	^3H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)		Unité
								(Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	(Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	
Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	23/06/2020	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Eau extraite par lyophilisation	15,64	03/09/2020	≤ 0,70	≤ 0,66	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	24/06/2020	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Eau extraite par lyophilisation	3,30	03/09/2020	2,50±0,70	1,74±0,49	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone non influencée	Pétussin	11/06/2020	Produits laitiers	Lait de vache	Eau extraite par lyophilisation	7,61	02/08/2020	1,00±0,70	0,87±0,61	Bq.L ⁻¹ d'ECh.

Tableau 62 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)		Unité
								(Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	(Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	
Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	23/06/2020	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	15,64	16/11/2020	1,80±0,80	0,058±0,026	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone influencée proche (< 5 km)	Saint-Maurice-l'Exil	11/06/2020	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	3,06	20/10/2020	3,00±0,70	0,55±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 63 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ¹³ C (‰)	pMC (‰)	C.TOT.		Unité
											¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	(g.kg ⁻¹ sec ou frais ou g.L ⁻¹)	
Zone sous les vents à plus 5 km	Limony	23/06/2020	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	15,64	11/12/2020	230±11	-28,04	102,4±4,9	5,61±0,27	24	Frais
Zone non influencée	Péussin	11/06/2020	Produits laitiers	Lait de vache	Résidu sec obtenu après lyophilisation	7,61	24/10/2020	227±11	-28,2	101,1±4,9	15,03±0,73	66	Liquide

Tableau 64 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille de ²³² Th			²¹⁰ Pb	²¹⁰ Bi	Unité
										²³² Ac	²³² Th	²³² Pa			
Rhône en amont de saint-alban	Ampuis	28/07/2020	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	2,26	15/09/2020	408±36	42,0±5,0	n.a.	55±12	n.a.	14,3±1,9	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Pierre-de-Boeuf	28/07/2020	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	2,47	07/10/2020	443±39	43,0±5,0	n.a.	53±13	n.a.	31,8±3,5	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	cedre	12,47	15/09/2020	610±60	12,4±1,7	14,6±1,7	30±14	16,7±1,9	54,0±5,0	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l’Exil	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	cedre	11,88	15/09/2020	580±60	14,1±1,9	13,3±1,5	≤ 17	18,0±1,9	45,2±4,5	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l’Amballan	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Borbus borbus</i>	Muscle	cedre	4,14	09/10/2020	101±10	≤ 0,034	≤ 0,090	≤ 1,2	≤ 0,100	≤ 0,18	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Peyraud	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Borbus borbus</i>	Muscle	cedre	4,55	18/09/2020	100±10	≤ 0,045	≤ 0,100	≤ 1,5	0,09±0,040	≤ 0,24	Bq.kg ⁻¹ frais

n.a. : non analysé.

Tableau 65 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	⁶⁰ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	^{135b}	^{137b}	Unité
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Pierre-de-Boeuf	28/07/2020	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	2,47	07/10/2020	≤ 0,19	7,60±0,60	≤ 0,33	≤ 0,20	0,31±0,13	≤ 0,25	≤ 0,37	≤ 0,43	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	cedre	12,47	15/09/2020	≤ 0,14	0,75±0,13	≤ 0,22	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,18	≤ 0,21	≤ 0,35	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l’Exil	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Parties aériennes	cedre	11,88	15/09/2020	≤ 0,12	0,480±0,100	0,53±0,14	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,15	≤ 0,18	≤ 0,31	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l’Amballan	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Borbus borbus</i>	Muscle	cedre	4,14	09/10/2020	≤ 0,0080	0,0320±0,0060	≤ 0,023	≤ 0,012	≤ 0,013	≤ 0,0100	≤ 0,023	≤ 0,020	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Peyraud	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Borbus borbus</i>	Muscle	cedre	4,55	18/09/2020	≤ 0,0100	0,0304±0,0049	≤ 0,033	≤ 0,016	≤ 0,018	≤ 0,013	≤ 0,031	≤ 0,023	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 66 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Rhône en amont de saint-alban	Saint-Alban-du-Rhône	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Eau extraite par lyophilisation	9,88	03/09/2020	1,30±0,60	1,17±0,54	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Saint-Maurice-l'Exil	28/07/2020	Phanérogames aquatiques	Myriophylle non identifié <i>Myriophyllum</i> sp.	Eau extraite par lyophilisation	9,32	03/09/2020	2,40±0,70	2,14±0,62	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Amballan	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Eau extraite par lyophilisation	4,46	03/09/2020	0,80±0,60	0,62±0,47	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Peyraud	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Eau extraite par lyophilisation	4,61	02/09/2020	1,70±0,60	1,33±0,47	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 67 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Amballan	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,46	16/11/2020	4,90±0,80	0,75±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de saint-alban	Peyraud	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,61	13/12/2020	6,70±0,90	0,94±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 68 – 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 2020

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ¹³ C (‰)	pMC (‰)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (g.kg ⁻¹ sec ou g.L ⁻¹)	Unité
Rhône en amont de saint-alban	Chonas-l'Amballan	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,46	10/10/2020	289±14	-26,3	128,2±6,2	31,8±1,5	110	Frais
Rhône en aval de saint-alban	Peyraud	25/05/2020	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,61	10/11/2020	442±22	-25,83	195,9±9,8	45,1±2,2	100	Frais

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

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

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



Les données de ce rapport ne sont utilisables qu'après l'accord d'EDF