

SOMMAIRE

Parti	ie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Cruas-Meysse en 2022	4
I.	Contexte	_ 4
II.	Le CNPE de Cruas-Meysse	_ 4
III.	Modifications apportées au voisinage du CNPE du Cruas-Meysse	5
IV.	Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. I'e	Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour nvironnement	6
Parti	ie II - Prélèvements d'eau	_ 10
I.	Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	_ 12
II.	Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	_ 12
III.	Prélèvement d'eau dans la nappe	_ 13
IV. et	Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs lim maintenance	tes _ 14
Parti	ie III – Restitution et consommation d'eau	_ 16
I.	Restitution d'eau	_ 16
II.	Consommation d'eau	_ 17
Parti	ie IV - Rejets d'effluents	_ 18
I.	Rejets d'effluents à l'atmosphère	_ 19
II.	Rejets d'effluents liquides	32
III.	Rejets thermiques	_ 52
Parti	ie V - Prévention du risque microbiologique	_ 54
I.	Bilan annuel des colonisations en circuit	_ 54
II.	Synthèse des traitements biocides et rejets associés	_ 55
Parti	ie VI - Surveillance de l'environnement	_ 57
I.	Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	57
II.	Physico-chimie des eaux souterraines	62
III.	Chimie et physico-chimie des eaux de surface	64
IV.	Physico-chimie et Hydrobiologie	_ 69
V.	Acoustique environnementale	74

Parti	e VIII - Gestion des déchets	79
I.	Les déchets radioactifs	79
II.	Les déchets non radioactifs	84
ABRI	EVIATIONS	86
ANN	EXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Cruas-Meysse Année 2022	87
ANN	EXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Cruas-Meysse Année 2021	88

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité

De Cruas-Meysse en 2022

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 « ISO 14001 ».

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 2022 du CNPE de Cruas-Meysse en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Cruas-Meysse

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Cruas-Meysse se situe dans la vallée du Rhône, en Ardèche. Il a été construit sur les communes de Cruas et de Meysse, situées sur la rive droite du fleuve, à 15 km au nord de Montélimar. Il occupe une superficie de 145 hectares.

Le CNPE de Cruas-Meysse emploie 1 317 salariés d'EDF et fait appel, pour réaliser les travaux lors de chacun des arrêts pour maintenance des unités en fonctionnement, à des entreprises extérieures (entre 500 et 1500 salariés supplémentaires selon les types d'arrêt).

L'ensemble des installations regroupe quatre unités de production d'électricité en fonctionnement :

- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques, refroidies chacune par une tour aéroréfrigérante, Cruas 1 et Cruas 2, mises en service respectivement en 1984 et 1985. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 111.
- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques refroidies chacune par une tour aéroréfrigérante, Cruas 3 et Cruas 4, mises en service en 1984 et 1985. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 112.

Les installations nucléaires de base de Cruas-Meysse sont placées sous la responsabilité d'un directeur, qui s'appuie sur un comité de direction constitué de personnes en charge de la responsabilité de chacune de ces installations.

Le site est certifié suivant la norme environnementale ISO 14001.

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE du Cruas-Meysse

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2022, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Cruas-Meysse n'a été identifiée.

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

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

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

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

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

En 2002, le CNPE de Cruas-Meysse 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 Cruas-Meysse 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 Cruas-Meysse. 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 Cruas-Meysse 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 évènements 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 évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Cruas-Meysse en 2022.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives		
ESE9	12/01/2022	Contournement ponctuel des voies normales de rejet des eaux CRF – débordement des effluents de décantation dans le caniveau qui mène à la Lône. L'étude de l'évaluation rétrospective substance par substance de l'impact des rejets chimiques liquides en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'incidence sur l'écosystème de la Lône en aval du CNPE de Cruas-Meysse. Cette conclusion est valable pour l'ensemble des rejets issus des traitements antitartre à l'acide sulfurique et biocide à la monochloramine.	 Réparation/remplacement de la pompe électrique endommagée. Remplacement des tuyaux de refoulement écrasés. Mise en place d'un passage de roues pour garantir que le refoulement de la pompe ne soit pas écrasé par le passage d'un véhicule. Communication autour de l'évènement et de l'enjeu environnemental associé auprès du service Conduite. Mise en place d'un moyen de pompage mobile supplémentaire en redondance équivalent à l'existant. Intégrer les enjeux environnementaux dans les documents d'aide à la caractérisation d'un aléa. 		
ESE3	17/04/2022	Dépassement du seuil de 100 Nf/l sur la valeur calculée de la concentration en amibes Naegleria fowleri dans le Rhône en aval du CNPE (résultat définitif 231 Nf/L). Les amibes sont des micro-organismes, potentiellement pathogènes, se développant dans les eaux douces entre 20 et 45 °C. La température du Rhône mesurée lors du prélèvement, de l'ordre de 13 °C, était défavorable au développement de ces micro-organismes. La contamination de personnes par les amibes, microorganismes pathogènes, peut se produire lors de baignades en cas de contact de la muqueuse nasale avec de l'eau en contenant. Les conséquences potentielles sont faibles.	 Installation de bavettes supplémentaires sur les nouveaux prototypes de grilles CRF de la tranche 2. Renforcement du traitement biocide sur les tranches en fonctionnement. Déployer la modification de rénovation complète des CTA prévue sur toutes les tranches. Requestionner la stratégie de traitement et la périodicité d'analyses. 		
ESE9	Décompression enceinte du Bâtiment Réacteur n°3 avant l'arrêt de la tranche réalisée avec la fiche SIRENe dédiée à la mise en service de la ventilation EBA.		 Demander au pilote national SIRENe la modification du logiciel SIRENe pour simplifier l'identification d'un rejet BR ou d'une mise en service d'EBA. Jusqu'à la modification opérationnelle du logiciel, mettre en place un suivi systématique des fiches SIRENe émises pour les rejets gazeux concertés des BR en intégrant son numéro chrono et son objectif. Intégrer dans les EPC ETY015 et 017, le risque de confusion entre les différents rejets gazeux concertés du BR en attente d'exécution avec un point d'arrêt Contrôle Technique. 		

ESE9	11/07/2022	Contournement ponctuel des voies normales de rejets des eaux CRF suite au contrôle de manœuvre des vannes CVF en tranche 3. Les effluents CRF conditionnés par les circuits CTE/CTF peuvent contenir des produits chimiques. Néanmoins, ceux-ci sont dilués et les concentrations restent en dessous des limites de rejet selon la décision ASN modalités du site de Cruas n°2016-DC-0549.	 Mise en service de la pompe mobile utilisée pour la vidange finale du bassin de l'aéroréfrigérant de la tranche 3 afin de stopper le débordement. Fermeture de la vanne 3CVF026VC entre l'aéroréfrigérant de la tranche 3 et le bassin de décantation. Réorienter directement et de façon pérenne les eaux de lavage des grilles CRF dans le bassin de l'aéroréfrigérant correspondant : Tranches 2, 1 et 4. Contrôler que les ADR des activités de maintenance et d'exploitation sur le système CVF lorsqu'il est en eau prennent en compte le risque environnement. Mettre en place une surveillance du bassin de décantation par mesure de niveau
------	------------	---	--

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Cruas-Meysse a eu, durant l'année 2022, des matériels indisponibles tels que : les dispositifs de traitement des effluents et de prélèvement, les dispositifs de mesure et de surveillance, les réparations des réservoirs d'entreposage d'effluents. Ces indisponibilités n'ont pas eu d'incidence sur la qualité de la surveillance environnementale compte tenu de la redondance de nos matériels. Des remises en état rapides des matériels ont permis de limiter au maximum l'indisponibilité du matériel.

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- refroidir les installations,
- constituer des réserves pour réaliser des appoints ou disposer de stockage de sécurité dont l'alimentation des circuits de lutte contre les incendies (usage industriel),
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

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

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

vaporise sous forme d'un panache visible, au sommet de la tour. Cette vapeur d'eau n'est pas une fumée, elle ne contient pas de CO₂. Le reste de l'eau refroidie retourne dans le condenseur. Ce système avec aéroréfrigérants permet donc de réduire considérablement les prélèvements d'eau qui sont de l'ordre de 2 m³ par seconde.

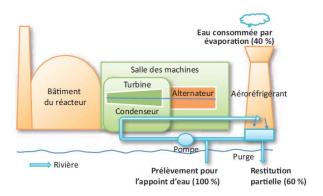


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement. Plus précisément, environ 60% de l'eau prélevée est restituée au fleuve pour les installations en circuit fermé, les 40% restant étant très majoritairement attribuable à l'évaporation d'eau au niveau des tours aéroréfrigérantes.

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

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

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau du Rhône destinée au refroidissement de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau (en millions de m³)
Janvier	41,9
Février	30,5
Mars	31,4
Avril	31,4
Mai	31,6
Juin	35,2
Juillet	36,5
Août	34,7
Septembre	33,4
Octobre	30,0
Novembre	36,2
Décembre	40,5
TOTAL	413,4

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau du Rhône destinée à la production d'eau déminéralisée de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau déminée (en millions de m³)	Autres prélèvements à usage industriels (en millions de m³)
Janvier	0,025	
Février	0,022	
Mars	0,023	
Avril	0,028]
Mai	0,032	
Juin	0,049	
Juillet	0,043	
Août	0,023	
Septembre	0,047	
Octobre	0,054	
Novembre	0,054	
Décembre	0,047	
TOTAL	0,45	9

III. Prélèvement d'eau dans la nappe

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau des nappes de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau pour l'eau potable (en milliers de m³)	Prélèvement d'eau pour les puits d'appoint ultime (en milliers de m³)	Total prélèvements nappe (en milliers de m³)	
Janvier	7,20			
Février	11,19			
Mars	14,70			
Avril	15,44			
Mai	17,40			
Juin	11,19			
Juillet	11,95	2,2	144	
Août	11,56			
Septembre	10,88			
Octobre	11,53			
Novembre	9,48			
Décembre	9,60			
TOTAL	142			

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2022 est de 142 milliers de m³ (pompage nappe sur le CNPE) auxquels s'ajoutent 10 milliers de m³ (les données disponibles sont des relevés annuels) via le réseau d'eau potable public.

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

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2022

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2020 à 2022 avec la valeur du prévisionnel 2022.

Année	Milieu	Volume (milliers de m³)
2020	Rhône	452 366
2021		457 737
2022		423 000
Prévisionnel 2022		500 000
2020		108
2021	Nappe	118
2022	Марре	144
Prévisionnel 2022		160

<u>Commentaires</u>: Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2022, 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°2016-DC-0549.

	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
Milieu	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
	Débit instantané	20	Limite garantie par le débit nominal des pompes		m³/ s
Rhône	Volume journalier	1,728			millions de m ³
	Volume annuel	631	423 *	S.O.	millions de m³
Nappo	Débit instantané	188	des pompes	eau potable. u ultime : 43 m³/h	m³/ s
Nappe	Volume journalier	2 000	734	392	m³
	Volume annuel	340	144*	S.O.	milliers de m ³

^{*}Correspond au volume annuel prélevé

<u>Commentaires</u>: Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

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

En 2022, une pompe d'eau d'appoint CVF a été indisponible sur la Tranche 3. La maintenance a été réalisée sur l'année 2023. L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée).

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'Ilot Nucléaire (bâches d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur). Sur le CNPE de Cruas-Meysse, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche). Ces puits ont été mis en service en 2020 pour les 4 tranches. Les essais périodiques des pompes conduisent à réaliser des prélèvements réguliers sur l'année.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Cruas-Meysse n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le Rhône en 2022.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Cruas-Meysse pour l'année 2022 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	Unités
	Janvier	36,40	0,0035	0,75	
	Février	26,58	0,0059	0,74	
	Mars	26,98	0,0045	0,75	
	Avril	27,21	0,0084	0,74	
	Mai	27,78	0,0050	0,76	
Restitution	Juin	31,87	0,0061	0,76	millions
mensuelle	Juillet	32,51	0,0078	0,76	de m3
	Août	30,06	0,0044	0,74	
	Septembre	30,00	0,0073	0,76	
	Octobre	27,81	0,0094	0,76	
	Novembre	33,47	0,0073	0,77	
	Décembre	35,59	0,0082	0,76	
	Restitution au milieu aquatique		375,4		millions de m ³
TOTAL	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement		88,8%		%

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 2022.

	Consommation d'eau
	(en milliers de m3)
Janvier	5 500
Février	3 949
Mars	4 419
Avril	4 260
Mai	3 871
Juin	3 386
Juillet	3 980
Août	4 701
Septembre	3 456
Octobre	2 183
Novembre	2 734
Décembre	4 975
TOTAL	47 414

Cette consommation correspond en grande majorité à l'eau évaporée (tours aéroréfrigérantes).

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

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

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

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

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

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

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

Pour les autres installations nucléaires du CNPE (BEGV), les effluents sont issus de la ventilation des zones nucléaires et des procédés mis en œuvre dans l'installation. Les effluents sont canalisés, filtrés et surveillés en continu. Le rejet est réalisé par une cheminée dédiée.

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 lodes,

- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Rapport environnemental annuel – 2022 – CNPE de Cruas-Meysse

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 métrologiste 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 à l'atmosphère.

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

c. Cumul mensuel

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

	⁴¹ Ar	⁸⁵ Kr	^{131m} Xe	¹³³ Xe	¹³⁵ Xe	131	133	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³³ mXe
	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)
Janvier	5,34	5,40E-03	7,40E-04	33,01	28,54	2,01E-04	1,12E-03	9,07E-05	1,00E-04	8,42E-05	9,14E-05	/
Février	16,11	8,77E-03	1,13E-03	28,22	24,79	2,08E-04	1,06E-03	8,55E-05	9,57E-05	7,85E-05	9,02E-05	/
Mars	4,20	5,99E-03	9,87E-04	32,27	28,18	2,01E-04	1,14E-03	1,03E-04	1,32E-04	7,65E-05	8,05E-05	/
Avril	4,13	6,95E-03	9,63E-04	29,50	23,61	2,13E-04	1,09E-03	8,30E-05	9,27E-05	8,10E-05	8,56E-05	/
Mai	12,61	8,00E-03	1,20E-03	28,62	28,27	4,27E-04	1,04E-03	8,30E-05	1,00E-04	8,52E-05	8,90E-05	/
Juin	5,30	4,97E-03	7,91E-04	33,63	44,62	2,84E-04	1,00E-03	8,15E-05	9,94E-05	8,00E-05	8,68E-05	/
Juillet	9,10	6,43E-03	9,49E-04	29,90	21,95	1,02E-03	1,12E-03	8,20E-05	9,94E-05	7,92E-05	8,35E-05	/
Août	3,05	1,36E-02	2,08E-03	23,22	19,85	2,86E-04	1,06E-03	8,41E-05	1,26E-04	8,22E-05	8,69E-05	/
Septembre	2,29	5,54E-03	7,69E-04	30,75	26,82	7,56E-04	1,20E-03	7,53E-05	9,11E-05	7,13E-05	7,87E-05	1,03E-03
Octobre	1,69	4,46E-03	6,67E-04	31,89	27,56	2,55E-04	1,54E-03	9,26E-05	1,09E-04	9,33E-05	9,70E-05	/
Novembre	1,47	5,27E-03	7,82E-04	27,62	27,62	6,00E-04	1,33E-03	7,01E-05	9,50E-05	6,83E-05	7,53E-05	/
Décembre	3,28	3,68E-03	5,12E-04	27,50	21,98	4,28E-04	1,31E-03	8,84E-05	1,05E-04	8,57E-05	9,26E-05	/
TOTAL ANNUEL	68,55	7,91E-02	1,16E-02	3,56E+02	3,24E+02	4,87E-03	1,40E-02	1,02E-03	1,25E-03	9,65E-04	1,04E-03	1,03E-03

	Volumes rejetés (m³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	4,11E+08	66,89	63,78		1,32	0,37
Février	3,74E+08	69,13	70,34	88	1,27	0,35
Mars	4,06E+08	64,66	80,44		1,34	0,39
Avril	3,94E+08	57,24	63,61		1,30	0,34
Mai	3,90E+08	69,52	109,44	145	1,47	0,36
Juin	3,84E+08	83,56	131,46		1,28	0,35
Juillet	4,05E+08	60,96	201,78		2,14	0,34
Août	3,98E+08	46,14	196,24	205	1,34	0,38
Septembre	3,84E+08	59,87	171,56		1,96	0,32
Octobre	4,49E+08	61,14	154,26		1,80	0,39
Novembre	3,91E+08	56,55	116,33	24	1,93	0,31
Décembre	4,07E+08	52,77	99,32		1,74	0,37
TOTAL ANNUEL	4, 79E+09	748	1459	462	19	4,27

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 (ventilations du bâtiment des auxiliaires de conditionnement (BAC), de la laverie) ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à celle naturellement présente dans l'air ambiant.

Un projet spécifique dénommé Sherlock a débuté en 2021 et consiste en l'expertise complète d'un générateur de vapeur. Elle nécessite un découpage du composant pour en extraire un certain nombre d'éléments (morceaux de tubes, de plaques entretoises, de tirants...). Les opérations de découpe et de décontamination sont susceptibles de générer des effluents gazeux.

Depuis 2021, les effluents radioactifs atmosphériques issus des opérations SHERLOCK sont rejetés après traitement sur filtre via l'exutoire du BEGV. Ces rejets d'effluents radioactifs atmosphériques issus du projet SHERLOCK sont réalisés, de façon temporaire, sous couvert des prescriptions de la décision ASN n°2016-DC-0548.

Pour les rejets en lien avec les opérations Sherlock, les cumuls mensuels sont donnés dans les tableaux suivants.

	134Cs	137Cs	58Co	60Co
	(GBq)	(GBq)	(GBq)	(GBq)
Janvier	2,240E-06	2,492E-06	2,494E-06	2,895E-06
Février	2,633E-06	2,833E-06	2,740E-06	3,339E-06
Mars	2,575E-06	2,957E-06	2,744E-06	3,331E-06
Avril	2,641E-06	2,988E-06	2,532E-06	2,763E-06
Mai	2,476E-06	2,710E-06	2,418E-06	2,945E-06
Juin	2,390E-06	2,615E-06	2,424E-06	2,976E-06
Juillet	2,248E-06	2,455E-06	2,378E-06	2,990E-06
Août	2,592E-06	2,712E-06	2,639E-06	3,237E-06
Septembre	2,338E-06	2,644E-06	2,362E-06	2,979E-06
Octobre	1,934E-06	2,330E-06	2,109E-06	2,180E-06
Novembre	1,924E-06	2,138E-06	1,957E-06	2,497E-06
Décembre	3,255E-06	3,291E-06	3,413E-06	3,873E-06
TOTAL ANNUEL	2,92E-05	3,22E-05	3,02E-05	3,60E-05

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (TBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	8,99E+06	1,73E-06		1,01E-05
Février	7,34E+06	1,44E-06	2,75E-03	1,15E-05
Mars	7,90E+06	1,38E-06		1,16E-05
Avril	7,48E+06	1,07E-06		1,09E-05
Mai	8,22E+06	1,34E-06	2,753	1,06E-05
Juin	8,61E+06	9,32E-06		1,04E-05
Juillet	7,24E+06	1,53E-06		1,01E-05
Août	8,05E+06	1,63E-06		1,12E-05
Septembre	6,63E+06	4,35E-07	1,03E-01	1,03E-05
Octobre	6,13E+06	4,66E-07		8,55E-06
Novembre	5,93E+06	1,22E-06	1,90E-02	8,52E-06
Décembre	8,71E+06	9,87E-07		1,38E-05
TOTAL ANNUEL	9,12E+07	2,25E-05	2,88	1,28E-04

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement.

		Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)						
Année	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	lodes	Autres produits de fission et d'activation			
2020	704	1 140	536	0,017	0,0049			
2021	761	1 275	581	0,0171	0,0059			
2022	748	1 459 0,0225 (BEGV)	462 2,9 (BEGV)	0,0189	0,0043 0,000128 (BEGV)			
Prévisionnel 2022	1 300	1 600	900	0,045	0,015			

<u>Commentaires</u> : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision n°2016-DC-0548 de l'ASN du 08 mars 2016.

		Limites annuelles de l	rejet	Rejet	
Paramètres	Localisation prélèvement	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	48 000	748*	S.O.
Gaz Tales	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	1,28E+07	2,54E+06
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	1,03E+06	7,76E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2 200	462*	S.O.
	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8 000	1 459*	S.O.
Tritium	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	3,70E+04	2,25E+04
muum	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	5,84E+04	3,19E+04
	Cheminée BEGV	Débit instantané (Bq/s)	-	8,09	1,35
lodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,2	1,89E-02*	S.O.
lodes	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	7,62E-01	3,88E-01
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	1,13E+00	4,56E-01
Autres produits	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	4,27E-03*	S.O.
de fission et	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	9,79E-02	8,24E-02
produits	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	1,56E-01	9,59E-02
d'activation	Cheminée BEGV	Débit instantané (Bq/s)	-	6,02E-03	5,42E-03

^{*}Correspond à l'activité annuelle rejetée

<u>Commentaires</u>: Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2016-DC-0548.

Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2016-DC-0548 tout au long de l'année 2022.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

- les évents 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 (m³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		évents des d'ea refroidiss piscii d'entrepo	niveau des réservoirs u de ement des nes et osage des s liquides
		Tritium	lodes	Tritium	lodes (Bq)
		(Bq)	(Bq)	(Bq)	
Janvier	1,79E+04	0	0	6,33E+07	0
Février	1,71E+04	2,38E+09	0	6,90E+07	0
Mars	2,07E+04	0	0	5,35E+07	0
Avril	1,67E+04	0	0	5,64E+07	0
Mai	2,86E+04	0	0	4,35E+07	0
Juin	4,56E+04	0	0	4,00E+07	0
Juillet	3,77E+04	0	0	3,01E+07	0
Août	2,28E+04	3,87E+08	0	2,829E+07	0
Septembre	3,73E+04	8,84E+08	0	3,64E+07	0
Octobre	5,43E+04	0	0	4,13E+07	0
Novembre	6,03E+04	0	0	5,077E+07	0
Décembre	4,25E+04	6,85E+08	0	2,967E+07	0
TOTAL ANNUEL	4,02E+05	4,33E+09	0	5,42E+08	0

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

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO2, NOX) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

a. Rejets d'oxyde de soufre et d'azote

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) et d'azote (NOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 147,8 heures et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 23,6 heures, au total sur les 4 tranches pour 2022 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SOx	kg	3	0	3
NOx	kg	15 255	2 426	17 690

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2022, 47,6 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale		Formaldéhyde	0,0311	0,000737
ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Monoxyde de carbone	0,029	0,000688

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	ka	362,97
Morpholine / Ethanolamine	kg	23,3

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 Cruas-Meysse.

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
Chloro-fluoro-carbone (CFC)		0
Hydrogéno-chloro-fluor-carbone (HCFC)	10.5 kg	0
Hydrogéno-fluoro-carbone (HFC)	pro-carbone (HFC)	
Hexafluorure de soufre (SF6)		2,28
Total des émissions de GES en tonne e	23,5	

Dans le respect de la règlementation 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 2022, les émissions liées à cette activité représentent 23,5 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 1,17.10⁻³ gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 20,09 TWh sur l'année 2022.

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

Aucune intervention de maintenance anticipée n'a été nécessaire sur l'année 2022.

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

Le CNPE de Cruas-Meysse n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2022.

Un projet spécifique dénommé Sherlock a débuté en 2021 et consiste en l'expertise complète d'un générateur de vapeur. Elle nécessite un découpage du composant pour en extraire un certain nombre d'éléments (morceaux de tubes, de plaques entretoises, de tirants...). Les opérations de découpe et de décontamination sont susceptibles de générer des effluents gazeux.

Depuis 2021, les effluents radioactifs atmosphériques issus des opérations SHERLOCK sont rejetés après traitement sur filtre via l'exutoire du BEGV. Ces rejets d'effluents radioactifs atmosphériques issus du projet SHERLOCK sont réalisés, de façon temporaire, sous couvert des prescriptions de la décision ASN n°2016-DC-0548.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

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

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

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

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

Pour les autres installations nucléaires (déconstruction notamment), des effluents liquides radioactifs peuvent être générés par les procédés mis en œuvre. Ces effluents sont

récoltés, stockés, traités et contrôlés avant rejet. Les rejets sont surveillés en continu et réalisés en concertation avec les autres rejets pour l'ensemble du CNPE.

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 lodes,

- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

33

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 métrologiste 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	³ H
Carbone 14	¹⁴ C
lodes	¹³¹
	⁵⁴ Mn
	⁶³ Ni
	⁵⁸ Co
	⁶⁰ Co
Produits de fission et	^{110m} Ag
d'activation	^{123m} 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	⁵⁴ Mn	⁶³ Ni	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	^{123m} Te	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)	(MBq)
Janvier	1,26	1,35	3,33	2,65	3,30	1,54	0,90	1,24	3,73	1,28	1,40
Février	2,06	2,57	9,40	10,44	11,84	3,82	1,54	2,82	6,30	2,23	2,32
Mars	1,61	1,66	4,29	12,42	6,92	2,34	1,17	4,49	4,87	1,74	1,79
Avril	1,63	1,72	4,45	4,34	11,63	7,87	1,69	2,37	4,92	1,74	1,84
Mai	1,85	1,94	10,53	16,92	7,86	3,65	1,33	3,97	5,54	1,98	2,12
Juin	2,15	2,31	7,31	10,54	5,94	3,85	1,61	3,19	6,55	2,30	2,37
Juillet	2,80	2,88	8,48	6,66	6,58	5,09	2,06	3,75	8,42	2,88	3,10
Août	1,58	1,60	4,20	4,96	2,75	3,83	1,15	1,68	4,62	1,65	1,74
Septembre	2,60	2,70	8,87	5,49	4,22	4,74	1,90	2,99	7,85	2,74	2,94
Octobre	3,54	3,64	10,85	10,42	4,69	6,14	2,52	8,60	10,56	3,78	3,97
Novembre	2,78	2,75	8,11	70,10	3,90	4,77	1,97	5,33	8,24	2,99	3,06
Décembre	3,10	3,50	11,58	84,80	12,32	5,50	2,20	13,06	9,49	3,48	3,50
TOTAL ANNUEL	26,97	28,61	91,41	239,75	81,95	53,15	20,06	53,49	81,08	28,79	30,15

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités lodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	1,78E+04	5,29E+03	2,62	1,26E+00	1,74E+01
Février	1,43E+04	5,08E+03	6,62	2,06E+00	4,39E+01
Mars	1,69E+04	2,14E+03	3,33	1,61E+00	3,74E+01
Avril	1,29E+04	2,42E+03	4,38	1,63E+00	3,81E+01
Mai	2,59E+04	1,88E+03	2,96	1,85E+00	4,53E+01
Juin	3,35E+04	1,02E+03	1,65	2,15E+00	3,87E+01
Juillet	2,93E+04	1,66E+03	3,68	2,80E+00	4,14E+01
Août	1,44E+04	1,46E+03	1,73	1,58E+00	2,40E+01
Septembre	2,45E+04	1,79E+03	0,906	2,60E+00	3,56E+01
Octobre	3,28E+04	2,30E+03	0,786	3,54E+00	5,43E+01
Novembre	4,16E+04	3,02E+03	1,25	2,78E+00	1,03E+02
Décembre	3,27E+04	1,79E+03	2,16	2,60E+00	3,56E+01
TOTAL ANNUEL	2,97E+05	2,99E+04	32,1	2,65E+01	5,15E+02

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

<u>Commentaires</u>: Les micros-fuites « primaire-secondaire » au niveau des générateurs de vapeur sont à l'origine de la présence du tritium dans les réservoirs SEK (des rejets en tritium supérieurs à 400 Bq/l, en provenance des réservoirs SEK ont été réalisés sur l'année 2022, ces rejets ont toutefois respecté la limite réglementaire fixée à 4 000 Bq/l).

Une disposition définie dans la décision ASN n°2016-DC-0549 relative aux modalités de rejet permet, sous conditions, au CNPE de Cruas-Meysse de pouvoir rejeter les effluents radioactifs liquides quand le débit du Rhône est inférieur à 500 m³/s tout en étant supérieur à 300 m³/s.

En 2022, cette disposition a été utilisée sur 7 périodes par le CNPE après information préalable de l'ASN :

- du 10/07/2022 au 17/07/2022,
- du 18/07/2022 au 01/08/2022.
- du 02/08/2022 au 16/08/2022,
- du 16/08/2022 au 31/08/2022.
- du 01/09/2022 au 15/09/2022,
- du 15/09/2022 au 30/09/2022,
- du 10/10/2022 au 23/10/2022.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)								
	Tritium Carbone 14 lodes (MBq) Autres PA et P								
2020	32 000	34	0,025	1,01					
2021	33 600	48	0,029	0,66					
2022	29 900	32	0,0265	0,515					
Prévisionnel 2022	48 000	70	0,040	1,5					

<u>Commentaires</u>: Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2016-DC-0548 pour les tranches en fonctionnement.

	Limites annuelles d	Rejet	
Paramètres	Prescriptions	Valeur (GBq)	
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	29 900
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	260	32
lodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,4	0,0265
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	36	0,515

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau du Rhône sont réalisés lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs (à mi-rejet). Des prélèvements journaliers sont également réalisés en dehors des périodes de rejet. Plusieurs analyses sont réalisées sur ces échantillons d'eau filtrée (mesure de 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 2022 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

		Activité v	olumique hor	aire à mi-rejet	à mi-rejet Activité volumique : journalière		
	Paramètre analysé	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire
	Activité bêta globale	0,13 Bq/L	0,27 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
Eau filtrée	Tritium	16,8 Bq/L	80,1 Bq/L	280 Bq/L	12,5 Bq/L	55,6 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	1,89 mg/L	2,44 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	-	0,084 Bq/L	-	-	-	-

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

<u>Commentaires</u>: Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2022 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 (H₃BO₃) : 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 (N₂H₄) : 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 (C₄H₉NO), l'éthanolamine (C₂H₇NO) et l'ammoniaque (NH₄OH) 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 (C₂H₇NO), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (Na₃PO₄) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

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

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

Les circuits fermés de refroidissement des condenseurs véhiculent de l'eau chaude dans laquelle peuvent se développer des salissures et des micro-organismes. Pour limiter leurs développements pendant la période estivale, un traitement contre le tartre ou un traitement biocide est mis en œuvre dans les circuits fermés de refroidissement des condenseurs.

L'injection d'acide sulfurique agit sur les causes de la formation du tartre. Il permet de se placer dans le domaine où les ions, à partir desquels se forme le carbonate de calcium, sont en dessous de la saturation ou dans les limites de sursaturation ne donnant pas lieu à précipitation.

Il existe également des rejets chimiques résultant du traitement contre la prolifération des amibes *Naegleria fowleri* et des légionelles *Legionella pneumophila* qui sont :

- des composés liés à la fabrication de la monochloramine sur CNPE, tels que le sodium, les chlorures et l'ammonium issus respectivement de l'hypochlorite de sodium (NaOCI) et de l'ammoniaque (NH₄OH).
- des composés issus de la réaction du chlore de la monochloramine avec les matières organiques présentes dans l'eau circulant dans les circuits de refroidissement, tels que les AOX (dérivés organo-halogénés),
- des nitrites et nitrates liés à la décomposition de la monochloramine et à l'oxydation de l'azote réduit (ammonium).

Le résiduel en chlore total à maintenir en sortie de condenseur (paramètre de pilotage) est à l'origine du flux de Chlore Résiduel Total (CRT).

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

Il n'y a pas d'évolution récente des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et des sous-produits associés.

Les principaux effets connus sont rappelés ci-après.

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à cette substance.
- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances.

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

b. Règles spécifiques de comptabilisation

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

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'émissaire E1 et E2 »

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par les émissaires E1 et E2 est donnée dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Hydrazine (kg)	Ethanolamine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	DCO (kg)	Sodium (kg)	Sulfates (kg)
Janvier	6,026E+02	7,773E-02	7,228E-01	3,466E+00	1,867E+02	3,025E+00	2,340E+00	6,810E+01	1,940E+03	4,450E+03
Février	6,321E+02	3,689E-02	3,575E-01	5,877E+00	1,146E+02	1,475E+01	3,470E+00	1,890E+02	1,429E+03	3,391E+03
Mars	7,439E+02	4,915E-02	4,220E-01	1,011E+01	1,541E+02	1,135E+01	3,590E+00	5,060E+01	2,102E+03	5,840E+03
Avril	7,779E+02	5,154E-02	3,224E-01	4,536E+00	1,294E+02	2,195E+01	2,860E+00	3,570E+02	2,529E+03	7,078E+03
Mai	7,279E+02	6,712E-02	7,395E-01	5,016E+00	1,294E+02	1,975E+01	4,370E+00	1,540E+02	2,250E+03	6,611E+03
Juin	7,319E+02	1,066E-01	4,478E+00	6,898E+00	1,192E+02	1,429E+01	5,030E+00	2,020E+02	4,030E+03	1,106E+04
Juillet	1,532E+03	9,654E-02	7,870E-01	9,231E+00	1,110E+02	1,285E+01	4,980E+00	2,330E+02	3,131E+03	8,900E+03
Août	1,014E+03	3,605E-02	3,605E-01	4,380E+00	1,085E+02	1,622E+01	9,880E+00	1,050E+02	1,306E+03	4,531E+03
Septembre	1,021E+03	6,757E-02	1,505E+00	7,272E+00	1,250E+02	1,698E+01	1,270E+01	1,400E+02	3,557E+03	1,005E+04
Octobre	1,385E+03	1,249E-01	1,860E+00	9,432E+00	7,317E+01	1,913E+01	7,710E+00	1,640E+02	4,673E+03	1,517E+04
Novembre	1,298E+03	1,832E-01	3,019E+00	7,309E+00	1,124E+02	4,645E+00	7,730E+00	1,250E+02	3,916E+03	1,190E+04
Décembre	8,426E+02	2,249E-01	1,469E+00	8,214E+00	1,880E+02	1,881E+01	7,860E+00	9,820E+01	3,388E+03	1,016E+04
TOTAL ANNUEL	1,13E+04	1,12	1,60E+01	8,17E+01	1,55E+03	1,74E+02	7,25E+01	1,89E+03	3,43E+04	9,92E+04

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 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022				
	Emissaire E1								
Acide borique	kg	16 674	15 025	11 300	12 000				
Ethanolamine	kg	24,5	15,2	16,0	30				
Hydrazine	kg	1,57	1,04	1,12	2				
Détergents	kg	97,4	74,7	81,7	100				
Azote	kg	1 778	1 750	1 550	2 500				
Phosphates	kg	289,5	295	174	350				
Métaux totaux	kg	74	68,1	72,5	100				
DCO	kg	1 617	1 970	1 890	-				
		Emissai	re E2						
Sodium	kg	36 900	42 500	34 300	(intégrant rejets liés au traitement biocide)				
Sulfates	kg	108 300	126 000	99 200	(intégrant rejets liés au traitement biocide)				

<u>Commentaires</u>: Les rejets chimiques réalisés en 2022 par le CNPE de Cruas-Meysse sont cohérents avec les rejets réalisés les années précédentes.

En 2020 et 2021, à la suite de l'indisponibilité des évaporateurs 8 et 9 TEU001EV afin de réaliser les contrôles réglementaires ESPN, les rejets de bore qui étaient habituellement partagés entre les rejets liquides et des déchets solides issus des évaporateurs n'ont pu se faire que sous forme liquide justifiant une augmentation en acide borique en 2020 et 2021, le temps des contrôles et des opérations de maintenance.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2016-DC-0548 du 08 mars 2016 pour les tranches en fonctionnement.

	Concentration maximale ajoutée		Flux n	nensuel	Flu	x 24h	Flo	ux 2h	Flux a	nnuel
	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale ajoutée à l'émissaire E1 (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Flux mensuel (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	4 500	410	ı	-	2 230	178,5	850	15,5	20 000	11 307
Ethanolamine	30	6,8		-	6,5 ⁽¹⁾	3,35	-		390*P2	16
Hydrazine	2	0,032	-	-	1,5 ⁽²⁾	0,03	-		19	1
Détergents	425	12	-	-	200	5,6	30	1,5	6 000	82
Azote	135	22	-	-	72	17,6	-		12 000	1 551
Phosphates	250	18,8	-	-	140	9,3	78	4,3	900	174
Métaux totaux	5	0,82	36	12,7	-	-	-	-	-	-
MES	170	<2	-	-	150	0,5	-		-	-
DCO	200	38	-	-	180	22,1	-		-	-
Sulfates	3 110	2 910	ı	-	2 800	988	-	ı	-	-
Sodium	1 150	1 110	•	-	1 000	352	-	-	-	-

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2022, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Cruas-Meysse est évaluée à 1,3 kg.

Sur l'année 2022, il n'y a pas eu de dépassements de flux 24h :

- D'hydrazine supérieur à 1,5 kg (sans dépasser 2,5 kg),
- D'éthanolamine supérieur à 6,5 kg (sans dépasser 20 kg).

Il y a eu 12 kg d'injection de sulfate de cuivre destiné à la destruction de l'hydrazine dans les réservoirs T, S et Ex en 2022.

<u>Commentaires</u>: Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n°2016-DC-0548.

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'émissaire « E3-1 à E3-4 »

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées au traitement contre le tartre et au traitement biocide du CNPE de Cruas-Meysse pour l'année 2022.

i. Cumul mensuel

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

		Traitement à la monochloramine									
	Chlorures (kg)	Sodium (kg)	AOX (kg)	CRT (kg)	Ammonium (kg)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)				
Janvier	0	0	0	0	0	0	0				
Février	0	0	0	0	0	0	0				
Mars	0	0	0	0	0	0	0				
Avril	18 939	12 399	23	309	216	100	16 521				
Mai	30 970	20 171	63	126	85	48	27 759				
Juin	30 350	20 117	44	368	349	392	24 157				
Juillet	32 603	21 765	63	548	600	1 129	24 018				
Août	32 479	21 628	23	300	134	29	25 858				
Septembre	15 491	10 367	17	161	117	45	11 719				
Octobre	3 723	2 486	0	34	6	0	2 919				
Novembre	0	0	0	0	0	0	0				
Décembre	0	0	0	0	0	0	0				
TOTAL ANNUEL	164 555	108 932	233	1 845	1 508	1 742	132 950				

Traitement antitartre Sulfates (kg) 1,22E+06 9,59E+05 9,78E+05 1,00E+06 7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	
(kg) 1,22E+06 9,59E+05 9,78E+05 1,00E+06 7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	
9,59E+05 9,78E+05 1,00E+06 7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	
9,78E+05 1,00E+06 7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	1,22E+06
1,00E+06 7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	9,59E+05
7,92E+05 7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	9,78E+05
7,20E+05 8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	1,00E+06
8,33E+05 7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	7,92E+05
7,63E+05 4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	7,20E+05
4,80E+05 4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	8,33E+05
4,39E+05 6,65E+05 9,72E+05	7,63E+05
6,65E+05 9,72E+05	4,80E+05
9,72E+05	4,39E+05
	6,65E+05
9,86E+06	9,72E+05
	9,86E+06

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées au traitement biocide sont réglementées par la décision ASN n°2016-DC-0548 du 08 mars 2016.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

Principales origines	Paramètres	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
	Chlorures	kg	144 720	132 213	164 555	230 000
	Sodium	kg	93 763	87 897	108 932	160 000
	AOX	kg	284	432	233	1 000
Traitement à la	THM	kg	0	0	0	0
monochloramine	CRT	kg	2929	1 920	1 845	4 000
	Ammonium	kg	1 374	1 431	1 508	4 000
	Nitrites	kg	1 426	1 530	1 742	4 000
	Nitrates	kg	131 544	104 050	132 950	180 000
Traitement anti- tartre	Sulfates	tonnes	9 670	11 500	9 860	14 000

Commentaires: Les flux annuels sont inférieurs au prévisionnel 2022.

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs au traitement biocide à la monochloramine pour chaque type de substance chimique.

	Concentratio	n maximale (mg/L)	au rejet	Flux 24	h	Flux annuel	
	Limite	Re	jet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Paramètres	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Valeur moyenne	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlamma	2,3 (seuil1)	2,18 (Tr1) 2,55 (Tr2)	1,39 (Tr1) 2,00 (Tr2)	2 400 (seuil1)	4.500		
Chlorures	2,8 (seuil 2)	2,48 (Tr3) 2,04 (Tr4)	1,84 (Tr3) 1,01 (Tr4)	2 850 (seuil 2)	1 568	-	-
Sodium	1,5 (seuil1)	1,49 (Tr1) 1,67 (Tr2)	0,92 (Tr1) 1,32 (Tr2)	1 550 (seuil1)	1 037		
Socium	1,8 (seuil 2)	1,65 (Tr3) 1,41 (Tr4)	1,22 (Tr3) 0,69 (Tr4)	1 850 (seuil 2)	1 037		-
AOX	0,07 (seuil1)	0,005 (Tr1) 0,013 (Tr2)	0,001 (Tr1) 0,002 (Tr2)	75 (seuil1)	9	5 470	233
AOX	0,08 (seuil 2)	0,01 (Tr3) 0,03 (Tr4)	0,002 (Tr3) 0,003 (Tr4)	83 (seuil 2)	9	0 47 0	200
CRT	0,22 (seuil1)	0,14 (Tr1) 0,07 (Tr2)	0,03 (Tr1) 0,02 (Tr2)	230 (seuil1)	43	36 500	1 845
OKT	0,28 (seuil 2)	0,05 (Tr3) 0,09 (Tr4)	0,002 (Tr3) 0,01 (Tr4)	290 (seuil 2)	43	30 300	1 043
Azote total	0,48 (seuil1)	0,44 (Tr1) 0,50 (Tr2) 0,48 (Tr3)	0,27 (Tr1) 0,39 (Tr2) 0,34 (Tr3)	-	-	-	-
	0,57 (seuil 2)	0,37 (Tr4)	0,15 (Tr4)				
Ammonium	-	-	-	120	55	-	-
Nitrites	-	-	-	195 (seuil1) 370 (seuil 2)	112	-	-
Nitrates	-	-	-	2 200 (seuil1) 2 600 (seuil 2)	1 305	-	-

<u>Commentaires</u>: La stratégie de traitement a été adaptée au cours de la campagne de traitement biocide sans entraîner de dépassement du prévisionnel ou des limites. Le prévisionnel des flux chimiques peut être fluctuant afin de permettre la maitrise des colonisations amibes et légionelles.

En 2022, il n'y a pas eu d'opération de chloration massive à pH contrôlé, ni d'injection ponctuelle d'acide.

Le tableau ci-dessous présente le bilan relatif au traitement antitartre.

	Flux 24h					
	Limite	Rejet				
Paramètres	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)				
Sulfates	23 900	17 900				

e. Autres rejets d'effluents liquides chimiques

Le tableau ci-dessous indique le bilan 2022 des rejets chimiques liés au fonctionnement de la station d'épuration.

	Flux	24h	Flux a	nnuel		
	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Prévisionnel	
Paramètres	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (tonnes)	Flux annuel (tonnes)	2020	
Azote globale	45	2,02	-	65	1 800	
Phosphore total	11	0,65	-	22	400	
DCO	32	2,27	-	-	-	
DBO5	9	0,23	-	-	=	
MES	12	0,74	-	-	-	

<u>Commentaires</u>: Les paramètres azote globale et phosphore total sont suivis depuis mi-2016 (parution des nouvelles décisions de rejet).

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

L'année 2022 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. Une intervention sur le réservoir 0 KER 005 BA est actuellement en cours (inspection visuelle + réfection complète).

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Cruas-Meysse n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2022

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Cruas-Meysse et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2016-DC-0548.

Le CNPE de Cruas-Meysse réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2022 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Tempér	ature am	ont (°C)	Echau	ffement	amont-	Température aval après			
				aval calculé (°C)			mélange (°C)			
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	
Janvier	8,7	5,5	6,7	0,28	0,04	0,11	8,7	5,6	6,8	
Février	9,2	6,3	8,2	0,21	0,05	0,09	9,2	6,5	8,3	
Mars	8,6	13,4	10,6	0,20	0,09	0,13	13,6	8,7	10,7	
Avril	16,0	10,4	13,1	0,13	0,04	0,09	16,1	10,5	13,2	
Mai	20,1	15,3	18,0	0,14	0,07	0,1	20,2	15,5	18,1	
Juin	23,3	18,9	21,7	0,15	0,06	0,1	23,4	18,9	21,8	
Juillet	25,4	22,0	23,8	0,19	0,07	0,11	25,6	22,0	24,0	
Août	25,6	22,6	24,2	0,19	0,08	0,14	25,8	22,7	24,3	
Septembre	24,1	18,2	21,3	0,20	0,03	0,1	24,3	18,2	21,4	
Octobre	18,1	15,8	17,0	0,14	0,03	0,08	18,2	15,8	17,0	
Novembre	16,3	9,7	12,5	0,11	0,05	0,07	16,4	9,8	12,6	
Décembre	9,3	6,9	8,3	0,20	0,06	0,1	9,4	7,0	8,5	

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article [EDF-CRU-296] de la décision ASN n° 2016-DC-0548.

Paramètres			Valeurs maximales		
Echauffement amont- aval calculé	°C	1°C	0,28°C		
Température aval après mélange	°C	28°C	25,8°C		

<u>Commentaires</u> : 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 2022.

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

L'année 2022 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 - Prévention du risque microbiologique

Le CNPE de Cruas-Meysse peut être confronté au risque de prolifération de microorganismes pathogènes pour l'homme, comme les amibes ou les légionelles, qui sont naturellement présents dans les cours d'eau en amont des installations et transitent par les circuits de refroidissement.

Ces micro-organismes trouvent en effet un terrain de développement favorable dans l'eau des circuits de refroidissement dits «semi fermés » des CNPE. Ces circuits de refroidissement, équipés de tours aéroréfrigérantes, sont soumis depuis le 1^{er} avril 2017 à une réglementation commune, la décision ASN n° 2016-DC-0578 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes, qui fixe des seuils à partir desquels des actions doivent être menées afin de rétablir les concentrations à des niveaux inférieurs.

Afin de limiter ces proliférations, le CNPE de Cruas-Meysse applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 2022. Dans l'objectif de limiter l'impact sur l'environnement de ce traitement par injection de monochloramine, le CNPE de Cruas-Meysse développe depuis plusieurs années une méthodologie de traitement séquentiel au lieu d'une injection continue. Cette méthode permet de maîtriser le risque microbiologique tout en diminuant de façon notable les quantités de produits chimiques rejetés.

Les résultats microbiologiques indiqués sont issus de l'exigence 5.4.1 de la décision ASN n°2016-DC-0578 dite « Amibes Légionelles ». Pour corréler les résultats microbiologiques et le traitement biocide associés mis en place sur les CNPE, les exigences des décisions individuelles des CNPE liées à la surveillance et aux résultats de mesures du traitement biocide sont présentées également ci-dessous.

I. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2022 en *Legionella pneumophila* mesurées en bassin et en *Naegleria fowleri* calculées en aval dans le fleuve sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Les résultats des analyses de suivi de la concentration en *Legionella pneumophila* et en *Naegleria fowleri* calculés en aval dans le fleuve sont détaillés en annexe I.

Paramètre	Valeur maximale observée en 2022	Seuil d'action
Legionella pneumophila	3 900 UFC/L	10 000 UFC / L
Naegleria fowleri	231 N.fowleri / L	100 N.fowleri / L

Les concentrations calculées en Naegleria fowleri dans le Rhône après dilution dans le Rhône ont atteint la valeur de 231 Nf/L le 17 avril 2022 (voir ESE Partie I §V.1). La concentration en *Legionella pneumophila* n'a jamais atteint le seuil d'action de 10 000 UFC/L.

Bilan de dérives observées :

Paramètre	Dépassem ents	Nombre	Cause	Actions curatives et correctives engagées	Efficacité des mesures mises en œuvre
Naegleria fowleri	80 Nf/L	1	Turbidité importante de l'eau du Rhône Systèmes CTA (nettoyage les tubes condenseur pour limiter l'encrassement des faisceaux tubulaires) dégradés Nouveaux types de grilles CRF (davantage de déchets dirigés vers condenseur)	Installation de bavettes supplémentaires sur les nouveaux prototypes de grilles CRF de la tranche 2. Renforcement du traitement biocide sur les tranches en fonctionnement. Déployer la modification de rénovation complète des CTA prévue sur toutes les tranches. Requestionner la stratégie de traitement et la périodicité d'analyses.	OUI

II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

Les données concernant les rejets associés aux traitements biocides se trouvent dans la Partie IV- Rejets d'effluents.

La stratégie de traitement préventif estival communiquée en début d'année consistait en un traitement continu, suivi d'un traitement séquentiel. Le traitement séquentiel consiste en une injection continue de 7 heures par jour. Le traitement est démarré et arrêté sur des critères basés sur les niveaux de colonisations en amibes *Naegleria fowleri*.

Données d'ensemble de la campagne de traitement 2022 :

	Unités de production								
Paramètres	N°1	N°2	N°3	N°4					
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	Du 15/04 au 13/05 Du 21/06 au 15/10	15/04/2022 au 17/09	15/04/2022 au 06/07	11/07 au 30/09					
Nombre de jour de traitement continu	78	152	83	40					
Nombre de jour de traitement séquentiel 7h	60	0	0	31					
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	-	16/06 au 26/06 28/06 au 29/06 02/07 au 04/07 05/08 au 09/08	26/05 25/06 au 28/06 01/07	-					
Nombre de jours de Chloration massive	0	0	0	0					
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0,17	0,16	0,09	0,12					
Consommation réelle d'eau de Javel (m3)		142 53	1 kg						
Consommation réelle d'ammoniaque (m3)		31 970	kg						

Les approvisionnements en réactifs se sont déroulés comme prévu et n'ont pas posé de difficulté particulière.

Compte-tenu de l'indisponibilité de la pompe d'eau d'appoint 3CVF002PO, le traitement biocide Tranche 3 a été limité afin de garantir le respect des limites en concentration ajoutée au rejet.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

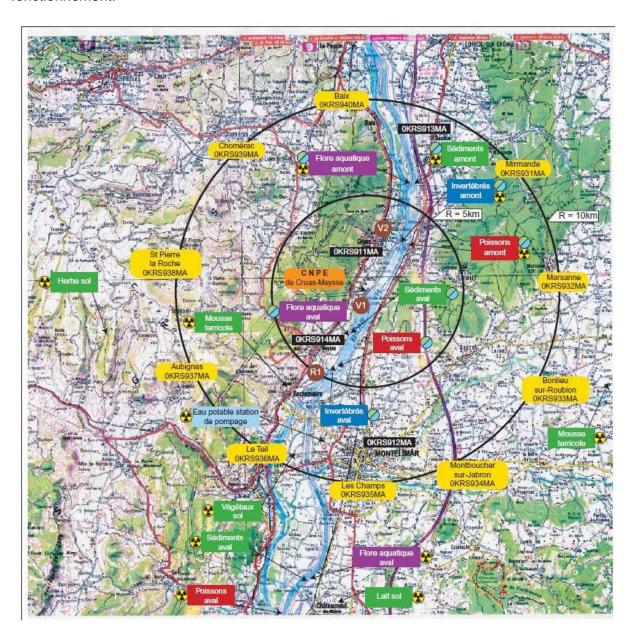
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant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

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les

rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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



Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose max année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)
Clôture	1,01E+02	2,40E+02	9,88E+01	9,66E+01
1 km	8,57E+01	5,77E+02	8,65E+01	8,82E+01
5 km	9,41E+01	1,75E+02	9,15E+01	9,06E+01
10 km	9,75E+01	2,48E+02	9,58E+01	9,44E+01

<u>Commentaires</u>: Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2022 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et sont 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 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

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

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres		Paramètres Moyenne ma annuelle me		Limite réglementaire (pour chaque analyse)
	Bêta globale		8,59E-04 Bq/m ³	2,38E-03 Bq/m ³	0,01 Bq/m³
	Spectrométrie gamma	¹³⁷ Cs	1,83E-05 Bq/m ³	5,0E-05 Bq/m ³	
Poussières		⁴⁰ K	3,76E-04 Bq/m ³	1,1E-03 Bq/m ³	
atmosphériques		¹³⁴ Cs	2,39E-05 Bq/m ³	8,7E-05 Bq/m ³	
		⁵⁸ Co	2,61E-05 Bq/m ³	7,2E-05 Bq/m ³	
		⁶⁰ Co	2,38E-05 Bq/m ³	6,8E-05 Bq/m ³	
Tritium atmosphérique			1,73E-01 Bq/m ³	2,79E-01 Bq/m ³	50 Bq/m ³
Eau de pluie	Bêta global	е	1,8E-01 Bq/L	4,45E-01 Bq/L	-
Eau de pluie	Tritium		5,6 Bq/L	11,5 Bq/L	-

<u>Commentaires</u>: Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2022 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 2022 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux seuils de décision sont présentées.

Nature du prélèvement	Radion	ucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux		¹³⁷ Cs		7,36E-01 (Bq/kg)	5,80E+00 (Bq/kg)
terrestres	Spectrométrie		Mensuelle	(Бф/кд)	(bq/kg)
(Bq/kg sec)	gamma	⁴⁰ K		4,90E+02	7,40E+02
(= 4,9 555)				(Bq/kg)	(Bq/kg)

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 II**.

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 II.**

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	12,9
Bêta global	Bq/L	0,28
40K	Bq/L	8,15E-02

Commentaires: Pas de commentaire particulier.

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 15 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
рН	-	8,2
Conductivité	mS / cm	7,30E+02
Azote Kjeldhal	mg/L N	2,50E+00
Chlorures		2,56E+01
DCO		6,91E+02
Hydrocarbures (C10-C40)		4,60E-01
Nitrates	/1	1,52E+01
Phosphates	- mg / I	1,57E+00
Potassium		3,72E+00
Sodium		2,90E+01
Sulfates		6,90E+01

Commentaires:

Les valeurs relevées restent du même ordre de grandeur qu'en 2021.

Suite à l'évènement d'août 2018 relatif à la présence d'huile dans les eaux souterraines du site, une surveillance complémentaire a été mise en place sur le CNPE de Cruas-Meysse.

Cette surveillance complémentaire a alors concerné 11 piézomètres surveillés à fréquence hebdomadaire, bimensuelle ou mensuelle pour le paramètre hydrocarbures.

En 2022, l'analyse du suivi de tendance du marquage en hydrocarbures, réalisé depuis le mois d'août 2018, montre que le marquage est resté localisé au droit des piézomètres 0 SEZ 041 PZ, 0 SEZ 043 PZ et 0 SEZ 044 PZ. A ce jour, plus aucune trace visuelle d'hydrocarbures n'est observée sur ces piézomètres, seules quelques détections analytiques ont été constatées. Ces trois derniers piézomètres ont été équipés d'absorbants passifs permettant de récupérer l'huile présente de manière très localisée au centre du site. La récupération d'hydrocarbures par ces écrémeurs passifs est désormais très faible, ce qui signifie qu'aujourd'hui seules des traces résiduelles d'hydrocarbures restent encore présentes.

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 2022 pour les stations amont et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	12,3	12	11,8	10,1	9,12	8,6	8,5	8,1	8,3	8,9	9,9	11,3
Conductivité (µS/cm)	418	455	439	417	380	378	397	390	425	447	439	437
pН	7,9	8,1	8,1	8,2	8,2	7,7	7,9	8	7,8	8	8,1	8,1
Température	6,9	8,3	10,8	13,3	18,1	22,0	24,1	24,5	21,8	17,5	13,1	8,9

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,3	11,03	11,1	9,8	9	8,1	8,3	7,6	8,1	8,8	9,7	10,9
Conductivité (µS/cm)	411	439	426	413	387	382	388	397	421	429	415	415
pН	8,2	8,2	8,2	8	8,1	7,9	8,1	7,8	7,8	8	8,1	8,1
Température	7,5	8,9	11,1	13,7	18,4	22,1	24,2	24,7	21,9	17,5	13,3	9,2

<u>Commentaires</u>: 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 un laboratoire extérieur, en amont et en aval, des mesures bimestrielles et biannuelles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Station n°1 (amont)	Fév	Avr	Juillet	Aou	Oct	Déc
Température (mesure in situ en °C)	9,70E+00	9,70E+00	2,51E+01	2,40E+01	1,77E+01	9,50E+00
рН	8,20E+00	8,10E+00	8,40E+00	7,80E+00	7,70E+00	8,20E+00
Conductivité (µS/cm)	4,44E+02	4,31E+02	4,11E+02	4,25E+02	4,11E+02	4,39E+02
DCO (mg/L)	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01
DBO5 (mg/L)	6,00E-01	5,00E-01	1,20E+00	9,00E-01	6,00E-01	1,40E+00
Mesure d'oxydabilité au permanganate (mg/L)	1,20E+00	1,70E+00	8,00E-01	8,00E-01	2,00E+00	3,40E+00
MES (mg/L)	1,40E+01	8,20E+00	5,40E+00	6,70E+00	1,70E+01	1,20E+01
Turbidité (FNU)	1,70E+01	9,70E+00	5,60E+00	4,70E+00	1,70E+01	1,30E+01
Silicates (mg/L)	4,40E+00	4,00E+00	2,20E+00	3,10E+00	3,70E+00	5,90E+00
COD (mg/L)	1,90E+00	1,50E+00	1,10E+00	1,30E+00	1,70E+00	2,40E+00
Orthophosphates (mg/L)	1,30E-01	1,20E-01	6,00E-02	1,50E-01	1,40E-01	1,30E-01
Phosphore total (mg/L)	5,90E-02	5,80E-02	4,40E-02	6,50E-02	6,40E-02	5,60E-02
Nitrites (mg/L)	7,00E-02	7,00E-02	3,00E-02	3,00E-02	5,00E-02	5,00E-02
Nitrates (mg/L)	7,90E+00	6,70E+00	3,00E+00	3,90E+00	6,20E+00	9,00E+00
Ammonium (mg/L)	6,00E-02	6,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	6,00E-02	7,00E-02
Azote Kjeldahl (mg/L)	<5,00E-01	<5,00E-01	6,10E-01	<5,00E-01	<5,00E-01	<5,00E-01
Hydrogénocarbonates (mg/L)	paran	1,86E+02	par an	1,31E+02	par an	
Calcium (mg/L)	g si	6,38E+01		5,78E+01	!	<u>o</u>
Magnésium (mg/L)	2 fo	5,80E+00	2 foi	7,00E+00	2 foi	
Potassium (mg/L)	ser 2	1,50E+00	er.	2,00E+00		, ser
TAC (°f)	ealis	1,53E+01	salis	1,07E+01	<u>.</u>	
TH (°f)	àrē	1,83E+01	à	1,73E+01	Analyses à réaliser 2 fois	
Sulfates (mg/L)	ses	4,70E+01	ses	7,00E+01		
Chlorures (mg/L)	Analyses à réaliser 2 fois	1,83E+01	Analyses à réaliser 2 fois	2,00E+01	-	ia B
Sodium (mg/L)	Ar	8,50E+00	Ar	1,26E+01	An	

Station n°3 (aval)	Fév	Avr	Juillet	Aou	Oct	Déc	
Température (mesure							
in situ en °C)	1,07E+01	1,53E+01	2,65E+01	2,53E+01	1,96E+01	1,07E+01	
рН	8,30E+00	8,20E+00	8,50E+00	8,00E+00	8,10E+00	8,30E+00	
Conductivité (µS/cm)	4,44E+02	4,31E+02	3,96E+02	4,16E+02	4,02E+02	4,39E+02	
DCO (mg/L)	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	<2,00E+01	
DBO5 (mg/L)	7,00E-01	7,00E-01	1,20E+00	6,00E-01	<5,00E-01	1,10E+00	
Mesure d'oxydabilité au permanganate (mg/L)	1,50E+00	1,70E+00	5,00E-01	6,00E-01	1,80E+00	1,80E+00	
MES (mg/L)	1,90E+01	2,30E+01	<2,00E+00	<2,00E+00	5,30E+01	1,80E+00 1,20E+01	
Turbidité (FNU)	1,80E+01	1,50E+01	9,00E-01	1,60E+00	5,30E+01 5,30E+01	1,20E+01 1,60E+01	
, ,	1,002.01	1,500+01	9,006-01	1,002+00	3,300+01	1,000+01	
Silicates (mg/L)	4,30E+00	3,90E+00	2,10E+00	3,00E+00	6,70E+01	5,40E+00	
COD (mg/L)	2,10E+00	1,50E+00	1,20E+00	1,40E+00	1,70E+00	2,10E+00	
Orthophosphates (mg/L)	1,20E-01	1,20E-01	8,00E-02	1,30E-01	1,40E-01	1,30E-01	
Phosphore total (mg/L)	6,20E-02	5,90E-02	3,40E-02	4,70E-02	1,19E-01	4,90E-02	
Nitrites (mg/L)	7,00E-02	7,00E-02	3,00E-02	3,00E-02	6,00E-02	5,00E-02	
Nitrates (mg/L)	8,00E+00	6,60E+00	2,90E+00	3,60E+00	6,00E+00	9,20E+00	
Ammonium (mg/L)	5,00E-02	5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	7,00E-02	
Azote Kjeldahl (mg/L)	<5,00E-01	<5,00E-01	7,10E-01	<5,00E-01	<5,00E-01	<5,00E-01	
Hydrogénocarbonates (mg/L)	ran	1,84E+02	ran	1,21E+02	ran		
Calcium (mg/L)	ba °	6,51E+01	ed s	5,59E+01		ba s	
Magnésium (mg/L)	Analyses à réaliser 2 fois par	5,90E+00	Analyses à réaliser 2 fois par	7,10E+00	Analyses à réaliser 2 fois par		
Potassium (mg/L)	iser	1,60E+00	iser	2,00E+00	iser		
TAC (°f)	réal	1,51E+01	réal	9,90E+00	réali		
TH (°f)	s a	1,87E+01	s à	1,69E+01	s a		
Sulfates (mg/L)	yse	5,10E+01	yse	7,20E+01	/ses		
Chlorures (mg/L)	ınalı	1,40E+01	ınalı	2,00E+01	-	nai	
Sodium (mg/L)	∢	8,60E+00	∢	1,25E+01	•	٩.	

<u>Commentaires</u>: Aucun des paramètres chimiques mesurés en 2022 ne met en évidence de différence entre l'amont et l'aval.

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 2022.

Paramètres Station amont		Unité	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre		
Bore			<1,00E-01	<1,00E-01	1,00E-01	<1,00E-01		
	Fraction brute							
	Cuivre		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02		
	Aluminium		2,44E-01	2,00E-02	2,90E-02	1,70E-01		
	Chrome		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
	Manganèse		2,90E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	2,20E-02		
	Zinc		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	1,10E-02		
	Plomb		<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03		
	Nickel		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Métaux	Fer		3,05E-01	2,30E-02	2,90E-02	2,21E-01		
totaux	Fraction dissoute							
	Cuivre		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02		
	Aluminium		5,40E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	5,50E-02		
	Chrome	mg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
	Manganèse		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	1,30E-02		
	Zinc	-	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02		
	Plomb		<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03		
	Nickel		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Fer			5,30E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	1,06E-01		
Hydrazine			<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Ethanolamine			<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02		
Détergents			<2,00E+00	<2,00E+00	<2,00E+00	<2,00E+00		
Hydrocarbures			<1,00E-01	1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01		
Pendant les traitements biocides								
AOX (ug/L)			-	<10	<10	<10		
Acides chloroacétiques (ug/L)			-	<5,5	<5,5	<5,5		
Chlore résiduel total (mg/L)			-	<0,05	<0,05	<0,05		

Paramètres Station aval		Unité	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre		
Bore			1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01		
	Fraction brute							
	Cuivre		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02		
	Aluminium		2,46E-01	4,80E-02	4,80E-02	4,01E-01		
	Chrome		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
	Manganèse		<1,00E-02	1,10E-02	<1,00E-02	9,50E-02		
	Zinc		<1,00E-02	<1,00E-02	1,10E-02	6,80E-02		
	Plomb		<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	3,00E-03		
	Nickel		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Métaux	Fer	-	2,04E-01	7,00E-02	6,60E-02	1,05		
totaux	Fraction dissoute							
	Cuivre		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02		
	Aluminium		3,70E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	2,35E-01		
	Chrome	mg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
	Manganèse		<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	8,90E-02		
	Zinc	-	<1,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	2,10E-02		
	Plomb		<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	3,00E-03		
	Nickel		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Fer			3,80E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	6,20E-01		
Hydrazine			<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03		
Ethanolamine			<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02		
Détergents			<2,00E+00	<2,00E+00	<2,00E+00	<2,00E+00		
Hydrocarbures			1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01		
Pendant les traitements biocides								
AOX (ug/L)			-	<10	<10	<10		
Acides chloroacétiques (ug/L)			-	<5,5	<5,5	<5,5		
Chlore résiduel total (mg/L)			-	<0,05	<0,05	<0,05		

<u>Commentaires</u>: Pas de commentaires particuliers.

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à un prestataire extérieur. Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en conditions climatiques exceptionnelles (CCE) dont le déclenchement est conditionné à un dépassement d'une température moyenne journalière du Rhône calculée en aval après mélange de 28°C sans dépasser 29°C.

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

Contexte hydroclimatique

On a assisté en 2022 à un été historiquement chaud (le second été le plus chaud après 2003) et très sec avec 3 épisodes caniculaires en juin, juillet et août.

La conséquence a été une nette diminution des débits d'étiages et une augmentation de la température de l'eau. Néanmoins il n'y a pas eu cet été de passage en conditions climatiques exceptionnelles ni en situation exceptionnelles sur le site du CNPE de Cruas-Meysse.

Evaluation physico-chimique des eaux

Aucun des paramètres chimiques mesurés en 2022 ne met en évidence de différence entre l'amont et l'aval de la retenue de Montélimar. Ces paramètres ne permettent pas d'établir une influence potentielle des activités du CNPE de Cruas-Meysse sur le Rhône.

Evaluation de la qualité biologique

Les pigments chlorophylliens

Le dosage des pigments chlorophylliens est une approche indirecte de la quantité de matière phytoplanctonique présente dans les eaux.

Les concentrations en chlorophylle « a » et en phéopigments ont été mesurées à deux reprises en 2022. Les teneurs relevées sont faibles (< 10 µg/l). A noter que les teneurs sont légèrement plus élevées au mois de juillet qu'au mois de septembre.

Le phytoplancton

Les peuplements de phytoplancton dans l'eau du secteur du CNPE de Cruas-Meysse sont moyennement diversifiés dans les deux stations. Le peuplement phytoplanctonique n'est globalement pas très productif. La densité, la biomasse algale et la composition du peuplement sont tout de même cohérentes avec les peuplements habituellement rencontrés dans le

Rhône. Les peuplements de juin sont largement dominés par les diatomées centriques. Puis, une évolution temporelle est tout de même observable, avec le développement de la petite algue verte, *Spermatozopsis similis*, en septembre.

Quelques petites différences entre stations peuvent être constatées visuellement, notamment au niveau de la biomasse algale. Elles sont en grande partie dues à de grands taxons (*Cryptomonas spp.* et *Cyclotella meneghiniana*) qui ont impacté rapidement les biovolumes, à cause de la faible biomasse totale des peuplements.

Dans tous les cas, l'évolution de la communauté taxonomique est globalement similaire entre les deux stations. Elle pourrait indiquer un milieu eutrophe et lotique. Les résultats sont très similaires à ceux observés l'année précédente et, bien que le peuplement présente des évolutions interannuelles parfois différentes, la plupart des métriques (densités cellulaires, richesse spécifique, groupes dominants) reste cohérente.

Cette expertise démontre l'absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Cruas-Meysse sur les peuplements phytoplanctoniques.

Diatomées benthiques

Selon l'étude des communautés de diatomées benthiques réalisée en juin et septembre 2022, l'état biologique du Rhône est majoritairement considéré comme moyen en amont comme en aval du CNPE de Cruas (à l'exception du bon état observé en juin à l'aval), comme observé en 2021. Aucune variation significative de l'indice IBD n'a été observé entre les stations RHOCRUS1 et RHOCRUS3.

A noter, toutefois, que l'indice IPS est légèrement plus critique lors de la campagne de septembre (au niveau des 2 stations) reflétant un cours d'eau fragilisé par la période estivale. De plus, l'étude des exigences écologiques des espèces observées en septembre reflète un milieu soumis à des teneurs en nutriments et une charge organique légèrement plus élevés qu'en juin, ceci étant plus marqué au niveau de la station aval.

Macrophytes

L'expertise du compartiment macrophytes au travers du protocole IBMR, a permis de montrer le caractère fortement eutrophe du Rhône dans la zone d'étude. Les résultats obtenus ne sont pas très éloignés des conditions de référence (-1,26 points IBMR pour la station amont et – 1,74 points pour la station aval) et permettent de se situer dans le « bon état » biologique pour ce paramètre.

Si la note IBMR est légèrement inférieure à la station aval (- 0,5 points) on ne note pas de différence significative du point de vue trophique entre les deux sites. En revanche des conditions mésologiques moins favorables, notamment près des berges de la station aval, conduisent à une baisse de la variété taxonomique. Un IBMR réalisé uniquement en rive droite de part et d'autre du site CNPE, dans des conditions mésologiques équivalentes permettrait sans doute de mieux mesurer d'éventuels écarts amont/aval.

Au travers du diagnostic IBMR, on ne note pas de différence trophique significative entre l'amont et l'aval du CNPE de Cruas-Meysse.

Macro-invertébrés benthiques

En 2022, les résultats obtenus pour le compartiment « macroinvertébrés benthiques » montrent un milieu globalement dégradé, mais qui s'inscrit dans la tendance observée depuis 2003 avec l'arrivée d'espèces exotiques envahissantes.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus à la station amont (RHOCRUS1) sont légèrement supérieurs à ceux de la station aval (RHOCRUS3).

Les indices IQBP/IQBG présentent des notes faibles à moyennes, malgré l'adaptation du protocole prenant en compte les taxons uniques et les nouveaux taxons invasifs (qui constituent la majorité du peuplement). Ces résultats traduisent un milieu avec des perturbations d'ordres physico-chimique et morpho-dynamique.

L'IBG corrobore ce résultat, avec des notes faibles, excepté pour la station amont en campagne automnale, qui obtient une note correcte de 13/20. En effet, la richesse observée assez élevée lors de cette campagne de prélèvement a permis d'améliorer la note indicielle IBG.

Les observations sur le terrain montrent des différences morphologiques peu marquées entre les stations, mais qui semblent influer sur la qualité du peuplement. Toutefois, la station amont semble légèrement plus favorable au développement d'une faune benthique variée par la diversité des habitats présents. En effet, cette dernière est sous influence de la confluence entre le Rhône court-circuité et le chenal navigable, qui permet une diversification des écoulements et probablement des apports sur la station. En comparaison, la station aval est plus homogène et plus lentique.

Ce sont ces variations d'habitats, même peu marquées, qui pourraient expliquer les quelques variations relevées dans les résultats. Dans ce contexte, les différences entre les stations ne peuvent pas être considérées comme significatives et ne permettent pas d'identifier une influence directe du rejet du CNPE de Cruas-Meysse sur les invertébrés benthiques.

Faune Pisicole

Malgré le changement de prestataire (ancien prestataire, INRAe Aix-en-Provence) et des moyens techniques d'intervention (utilisation d'un bateau de plus faible tirant d'eau que précédemment, permettant une meilleure accessibilité des habitats de berges peu profonds), les résultats du suivi piscicole 2022 du CNPE de Cruas sont dans la continuité des suivis antérieurs.

D'un point de vue méthodologique, les pêches LRC permettent d'obtenir une bonne image de l'évolution spatiale et temporaire des peuplements piscicoles. Néanmoins, cet échantillonnage est limité à un linéaire de 500 m sur une seule rive et n'est pas représentatif de l'ensemble des habitats disponibles dans ces deux stations. Aussi, les richesses spécifiques obtenues sont plus faibles qu'avec la pêche partielle par points automnales. Cette dernière permet un suivi annuel complet du peuplement piscicole en période automnale utilisé pour évaluer la qualité du peuplement (indice IPR) et le succès de la reproduction de l'année. Ces deux méthodologies apportent des informations complémentaires qui permettent d'obtenir une bonne image générale du peuplement.

La richesse taxonomique rencontrée en 2022, toutes stations et tous protocoles confondus, est de 28 espèces (25 espèces dans la station amont et 23 dans la station aval) parmi les 38 espèces déjà historiquement capturées depuis 1983.

De même, la composition relative des peuplements est cohérente avec les anciens suivis. On retrouve un peuplement dominant composé de plusieurs cyprinidés (chevesne, ablette, goujon, spirlin, gardon, brème bordelière, et dans une moindre mesure du hotu et du barbeau fluviatile) et de l'anguille européenne.

L'ensemble des espèces capturées dans les deux stations avaient déjà été capturées au moins une fois précédemment et le peuplement piscicole dominant est en adéquation avec les résultats antérieurs.

On observe une différence de peuplement entre les stations amont et aval en relation avec les habitats hydrauliques et physiques disponibles. La station amont, localisée dans la partie amont de la retenue de Montélimar se caractérise par une largeur mouillée d'environ 250 m et des vitesses d'écoulement plus élevée > 30 cm/s. Les habitats de berge sont dominés par des enrochements et un substrat minéral. De plus, les inventaires LRC sont réalisés en rive gauche à proximité des apports de deux petits affluents. Cet habitat est plus favorable aux espèces rhéophiles et lithophiles comme le chevesne, le goujon, le spirlin, le barbeau fluviatile. Plusieurs espèces ont été capturées uniquement dans cette station amont : blageon, chabot, perche fluviatile, toxostome.

Inversement, la station aval présente une largeur mouillée de 500 m environ et des écoulements plus faibles. La zone de berge est assez homogène et composée d'un pied de berge en enrochement longé par des herbiers aquatiques enracinés plus ou moins denses. Ces habitats sont plus favorables aux espèces lénitophiles et phytophiles comme l'ablette, la brème bordelière, le brochet, la carpe, le gardon ou le pseudorasbora. Plusieurs espèces ont été capturées uniquement dans cette station aval : bouvière, rotengle, tanche ainsi que l'écrevisse américaine.

A noter, qu'au sein de cette même station une analyse comparative des deux zone d'échantillonnage LRC (berge et ile) a été réalisée. Cette analyse a mis en évidence l'attractivité de certains habitats pour certaines espèces, comme le goujon et le hotu que l'on retrouve quasi exclusivement le long de l'ile où les vitesses d'écoulement sont plus importantes, contrairement à la zone de berge colonisée préférentiellement par l'anguille, le carassin, la carpe, l'épinoche et la grémille.

On observe également une évolution temporelle du peuplement. Par exemple, le vairon est capturé dans les deux stations mais uniquement lors de la première campagne. Bien qu'un seul individu n'ait été capturé dans chaque station, il est possible que cette espèce affectionnant les eaux plutôt fraiches et oxygénées, colonise le Rhône via les affluents dans la période hivernale mais disparait au printemps lorsque la température augmente.

A l'inverse, plusieurs espèces n'ont été capturées que lors de la période estivale et/ou automnale : le blageon, la bouvière, le carassin argenté, la carpe commune, l'ide mélanote, la perche française, le rotengle et la tanche. En ce qui concerne la perche et le blageon, seuls 1 ou deux individus ont été capturés ce qui ne traduit pas nécessairement une saisonnalité de présence. En revanche, pour les 6 autres espèces, on retrouve plusieurs individus, notamment

de la cohorte 0+ témoignant d'un succès de reproduction entre la fin du printemps et le début de l'été et une probabilité de capture qui augmente durant la période automnale.

Ce phénomène est également observé sur les espèces dominantes du peuplement avec des effectifs globalement croissants entre la première et la quatrième campagne, notamment pour le chevesne, le goujon, la brème bordelière, le gardon, le hotu ou le barbeau fluviatile. Une tendance similaire est aussi observée sur les espèces marginales : grémille, loche franche, silure, blennie fluviatile.

A noter que pour cette année 2022, les effectifs capturés de spirlin et d'ablette fluctuent entre chaque campagne et ne permettent pas de traduire cette même tendance.

Enfin, les notes IPR 2022 obtenues à partir des échantillonnages par EPA sont respectivement de 18,2 (classe de qualité moyenne) à l'amont et de 13,6 (classe de qualité bonne) à l'aval. Pour la station Cruas amont, la note IPR 2022 est la deuxième plus mauvaise note obtenue depuis 2016. A l'inverse, avec une note de 13,6 dans la station Cruas aval, la note IPR 2022 est la deuxième meilleure note obtenue depuis 2016. Bien que ces résultats restent dans la gamme des valeurs obtenues depuis 2016, il s'agit de la première fois que la note de la station aval est meilleure que la station amont.

V. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaire 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 Cruas-Meysse 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.

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

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

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par l'IRSN, présenté en annexe II.

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

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...);
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce

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

- 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 .

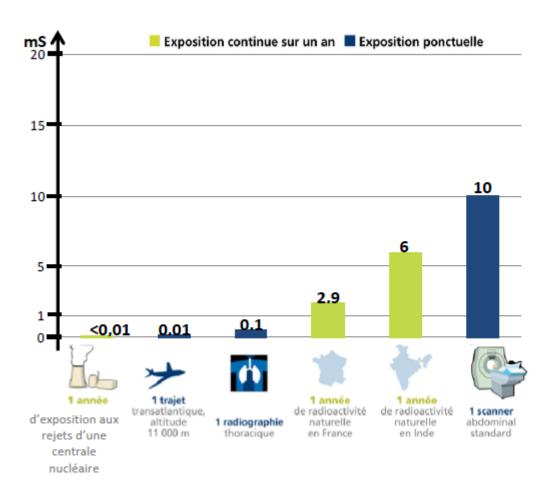


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

L'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants (d'origine naturelle et artificielle) est de 4,5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 2 ci-après.

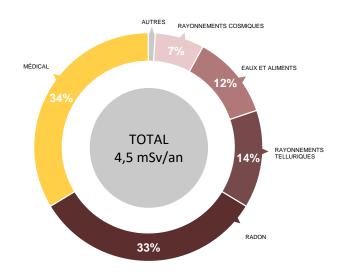


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2022 effectués par le CNPE de Cruas, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du CNPE.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)	
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,1E-06	2,2E-05	2,4E-05	
Rejets d'effluents liquides	5,2E-07	1,2E-04	1,2E-04	
Total	2,6E-06	1,4E-04	1,4E-04	

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)	
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,0E-06	2,0E-05	2,2E-05	
Rejets d'effluents liquides	S.O.	1,1E-04	1,1E-04	
Total	2,0E-06	1,3E-04	1,3E-04	

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,9E-06	3,5E-05	3,7E-05
Rejets liquides	S.O.	1,5E-04	1,5E-04
Total	1,9E-06	1,9E-04	1,9E-04

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

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2022 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

Partie VIII - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

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

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de Cruas-Meysse, 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.

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

3. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

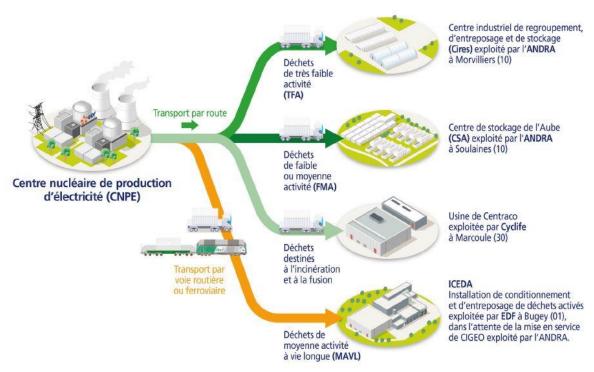


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

4. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2022

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Cruas-Meysse.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Commentaires		
TFA	282,8 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA		
FMAVC (Liquides)	24,8 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants		
FMAVC (Solides)	277,3 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)		
MAVL	783 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 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Cruas-Meysse.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Type d'emballage
TFA	98 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	70 colis	Coques béton
FMAVC	175 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	32 colis	Autres (caissons, pièces massives)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Cruas-Meysse.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	264
CSA à Soulaines	932
Centraco à Marcoule	1 966
ICEDA au Bugey	0

En 2022, 3162 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 2022 par les INB EDF.

Quantités 2022 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
en tonnes	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	10 283	8 383	34 493	29 822	97 458	97 393	142 234	135 598
Déconstruction	475	316	1085	988	2 222	2 218	3 783	3 521

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

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

La production de déchets inertes reste conséquente en 2022 malgré une baisse par rapport à l'année 2021 du fait d'importants chantiers, en particulier les chantiers de modifications post Fukushima, au projet Grand Carénage et l'aménagement de parkings ou bâtiments tertiaires. Les productions de déchets dangereux et de déchets non dangereux non inertes restent relativement stables.

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

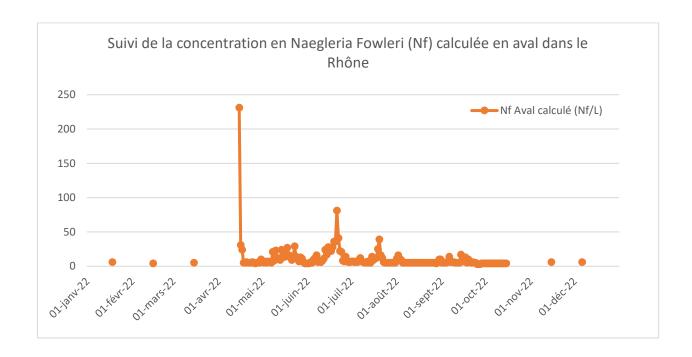
- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié ISO 14001 d'EDF, est composé de représentants des Divisions/Métiers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

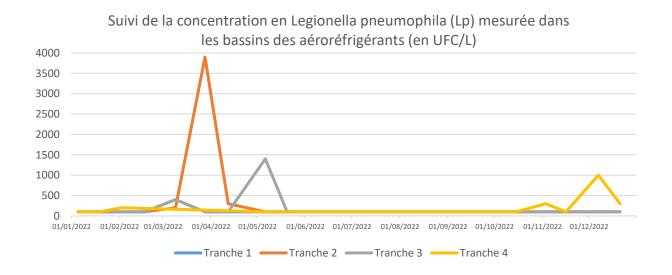
En 2022, les 4 unités de production du CNPE de Cruas-Meysse ont produit 8 558 tonnes de déchets conventionnels : 92,4 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

- ANDRA Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
- ASN Autorité Sûreté Nucléaire
- CNPE Centre Nucléaire de Production d'Électricité
- **COT Carbone Organique Total**
- DBO5 Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
- DCO Demande Chimique en Oxygène
- DUS Diesel d'Ultime Secours
- EBA Ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt
- ESE Évènement Significatif Environnement
- FMA Faible Moyenne Activité
- ICPE Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- INB Installation Nucléaire de Base
- IRSN Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
- ISO International Standard Organization
- KRT Chaîne de mesure de radioactivité
- MES Matières En Suspension
- PA Produit d'Activation
- PF Produit de Fission
- REX Retour d'Expérience
- SME Système de Management de l'Environnement
- SMP Station Multi Paramètres
- TAC Turbine à Combustion
- TEU Traitement des Effluents Usés
- TFA Très Faible Activité
- THE Très Haute Efficacité
- UFC Unité Formant Colonie

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Cruas-Meysse Année 2022





ANNEXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Cruas-Meysse Année 2021



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

Direction Production Nucléaire CNPE de Cruas-Meysse BP 30 – 07350 CRUAS Contact : mission communication 04 75 49 30 00